

# PATENT COOPERATION TREATY

**PCT**

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Commissioner  
US Department of Commerce  
United States Patent and Trademark  
Office, PCT  
2011 South Clark Place Room  
CP2/5C24  
Arlington, VA 22202  
ETATS-UNIS D'AMERIQUE  
in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year)

06 February 2001 (06.02.01)

International application No.

PCT/JP00/04165

Applicant's or agent's file reference

P23328-P0

International filing date (day/month/year)

23 June 2000 (23.06.00)

Priority date (day/month/year)

24 June 1999 (24.06.99)

Applicant

UMEKAGE, Yasuhiro et al

1. The designated Office is hereby notified of its election made:



in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

27 December 2000 (27.12.00)



in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was



was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO  
34, chemin des Colombettes  
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Authorized officer

Kiwa Mpay

Telephone No.: (41-22) 338.83.38

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

P C T

## 国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)  
[PCT18条、PCT規則43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 P 2 3 3 2 8 - P 0	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220)及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/J P 0 0 / 0 4 1 6 5	国際出願日 (日.月.年) 2 3 . 0 6 . 0 0	優先日 (日.月.年) 2 4 . 0 6 . 9 9
出願人 (氏名又は名称) 松下電器産業株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条 (PCT18条) の規定に従い出願人に送付する。  
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 5 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

## 1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない (第I欄参照)。

3. ☒ 発明の単一性が欠如している (第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条 (PCT規則38.2(b)) の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 1 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**第 I 欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第 1 ページの 2 の続き）**

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査することを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であって P C T 規則 6.4(a) の第 2 文及び第 3 文の規定に従って記載されていない。

第Ⅱ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとの国際調査機関は認めた。

請求の範囲 1-11 に係る発明（以下、「第 1 発明」という。）の特別な技術的特徴は「所定の繰り返し数に変更する回数変更手段を備えた」点であり、請求の範囲 12-24 に係る発明（以下、「第 2 発明」という。）の特別な技術的特徴は「変動のタイミングに同期して計測を開始する」点であり、請求の範囲 25-38 に係る発明（以下、「第 3 発明」という。）の特別な技術的特徴は「異常を監視する計測監視手段を設けた」点であり、請求の範囲 39 に係る発明（以下、「第 4 発明」という。）の特別な技術的特徴は「脈動判別手段による判定結果により異なる手段を用いて流量値を算出する」点であり、請求の範囲 40-50 に係る発明（以下、「第 5 発明」という。）の特別な技術的特徴は「デジタルフィルタにより流量値を算出する」点であり、請求の範囲 51-63 に係る発明（以下、「第 6 発

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☒ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G01F1/66

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G01F1/66

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2000年
日本国登録実用新案公報	1994-2000年
日本国実用新案登録公報	1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPIL

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP, 9-304139, A (松下電器産業株式会社) 28. 11月. 1997 (28. 11. 97) 段落番号【0023】-【0024】, 第3-4図 (ファミリーなし)	1-11 15-24 64-73
X Y	JP, 11-44563, A (松下電器産業株式会社) 16. 2月. 1999 (16. 02. 99) 全文, 全図 (ファミリーなし)	12-14 15-24

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」口頭による開示、使用、展示等に関する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18. 09. 00

国際調査報告の発送日

03.10.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

飯野 茂

2F

8105

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P, 8-304135, A (松下電器産業株式会社) 22. 11月. 1996 (22. 11. 96) 全文, 全図 (ファミリーなし)	25-38
X	J P, 8-271313, A (東京瓦斯株式会社) 18. 10月. 1996 (18. 10. 96) 全文, 全図 (ファミリーなし)	39
X	US, 5513535, A (Instrumenttitehdas Kytola Oy) 7. 5月. 1996 (07. 05. 96) 全文, 全図 & JP, 6-507724, A & WO, 93013390, A1 & EP, 572583, B	40-50
X A	J P, 63-5217, A (株式会社東京計器) 11. 1月. 1988 (11. 01. 88) 全文, 全図 (ファミリーなし)	51, 53-63 64-73

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

明」という。)の特別な技術的特徴は「振動子を駆動する駆動回路の駆動方法を順次変更する周期性変更手段を備えた」点であり、請求の範囲64-66に係る発明(以下、「第7発明」という。)の特別な技術的特徴は「超音波パルスを受信してから伝搬時間を測定する第1のタイマの値が変化するまでの時間を測定する第2のタイマを備え、第2のタイマを第1のタイマで補正する」点であり、請求の範囲67-73に係る発明(以下、「第8発明」という。)の特別な技術的特徴は「振動子を駆動する駆動回路の駆動方法を順次変更する周期性安定化手段を備え、測定周期が常に一定となるように周期性安定化手段を制御する」点であるものと認める。

そして、第1発明、第2発明、第3発明、第4発明、第5発明、第6発明及び第7発明においては、それぞれの特別な技術的特徴に共通する技術事項がないことは明らかであるから、これら一群の発明は特別な技術的特徴を含む技術的な関係があるとは言えない。また、第8発明の周期性安定化手段は第6発明の周期性変更手段とはその技術内容が異なるものであるから、これら2つの発明の間にも特別な技術的特徴を含む技術的な関係があるとは言えない。

以上の通りであるから、第1発明ないし第8発明は単一の一般的発明概念を形成するように連関している一群の発明とは言えないから、この国際出願には8つの発明が記載されている。

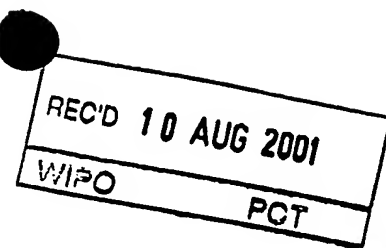
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



PCT

国際予備審査報告

(法第12条、法施行規則第56条)  
(PCT36条及びPCT規則70)



出願人又は代理人 の書類記号 P 2 3 3 2 8 - P 0	今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知(様式PCT/ IPEA/416)を参照すること。		
国際出願番号 PCT/J P 0 0 / 0 4 1 6 5	国際出願日 (日.月.年) 2 3 . 0 6 . 0 0	優先日 (日.月.年) 2 4 . 0 6 . 9 9	
国際特許分類 (IPC) Int. Cl. G 0 1 F 1 / 6 6			
出願人 (氏名又は名称) 松下電器産業株式会社			

1. 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条(PCT36条)の規定に従い送付する。
2. この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 6 ページからなる。  <input checked="" type="checkbox"/> この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び/又はこの国際予備審査機関に対してした訂正を含む明細書、請求の範囲及び/又は図面も添付されている。 (PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照) この附属書類は、全部で 15 ページである。
3. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。  I <input checked="" type="checkbox"/> 国際予備審査報告の基礎 II <input type="checkbox"/> 優先権 III <input type="checkbox"/> 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成 IV <input checked="" type="checkbox"/> 発明の単一性の欠如 V <input checked="" type="checkbox"/> PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明 VI <input type="checkbox"/> ある種の引用文献 VII <input type="checkbox"/> 国際出願の不備 VIII <input type="checkbox"/> 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 2 7 . 1 2 . 0 0	国際予備審査報告を作成した日 2 4 . 0 7 . 0 1		
名称及びあて先 日本国特許庁 (IPEA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官(権限のある職員) 飯野 茂	2 F	8 1 0 5
電話番号 03-3581-1101 内線 3215			

7

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。(法第6条(PCT14条)の規定に基づく命令に応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告書には添付しない。  
PCT規則70.16, 70.17)

☐ 出願時の国際出願書類

- ☒ 明細書 第 1-71 ページ、 出願時に提出されたもの  
明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ、 \_\_\_\_\_ 付の書簡と共に提出されたもの

- ☒ 請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項、 出願時に提出されたもの  
請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項、 PCT19条の規定に基づき補正されたもの  
請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
請求の範囲 第 70-140 項、 08.06.01 付の書簡と共に提出されたもの

- ☒ 図面 第 1-68 ~~ページ~~図、 出願時に提出されたもの  
図面 第 \_\_\_\_\_ ページ/図、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
図面 第 \_\_\_\_\_ ページ/図、 \_\_\_\_\_ 付の書簡と共に提出されたもの

- ☐ 明細書の配列表の部分 第 \_\_\_\_\_ ページ、 出願時に提出されたもの  
明細書の配列表の部分 第 \_\_\_\_\_ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
明細書の配列表の部分 第 \_\_\_\_\_ ページ、 \_\_\_\_\_ 付の書簡と共に提出されたもの

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である \_\_\_\_\_ 語である。

- ☐ 国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)にいう翻訳文の言語  
☐ PCT規則48.3(b)にいう国際公開の言語  
☐ 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3にいう翻訳文の言語

3. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。

- ☐ この国際出願に含まれる書面による配列表  
☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表  
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された書面による配列表  
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表  
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった  
☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

4. 補正により、下記の書類が削除された。

- ☐ 明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ  
☒ 請求の範囲 第 1-69 項  
☐ 図面 図面の第 \_\_\_\_\_ ページ/図

5. ☐ この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c) この補正を含む差し替え用紙は上記1.における判断の際に考慮しなければならず、本報告に添付する。)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## IV. 発明の単一性の欠如

1. 請求の範囲の減縮又は追加手数料の納付の求めに対して、出願人は、

- ☐ 請求の範囲を減縮した。
- ☒ 追加手数料を納付した。
- ☐ 追加手数料の納付と共に異議を申立てた。
- ☐ 請求の範囲の減縮も、追加手数料の納付もしなかった。

2 ☐ 国際予備審査機関は、次の理由により発明の単一性の要件を満たしていないと判断したが、PCT規則68.1の規定に従い、請求の範囲の減縮及び追加手数料の納付を出願人に求めないこととした。

3. 国際予備審査機関は、PCT規則13.1、13.2及び13.3に規定する発明の単一性を次のように判断する。

- ☐ 満足する。
- ☒ 以下の理由により満足しない。

請求の範囲70に係る発明（以下、「第1発明」という。）の特別な技術的特徴は「流量が変動する周期に応じて送受信が繰り返される回数を変更する」点であり、請求の範囲82に係る発明（以下、「第2発明」という。）の特別な技術的特徴は「送受信手段からの出力に基づいて流路内の圧力変動を検出する変動検出手段を備えた」点であり、請求の範囲96に係る発明（以下、「第3発明」という。）の特別な技術的特徴は「計測監視手段が各手段の計測タイミングに係わる時間信号もしくは信号の送受信が繰り返される回数を監視する」点であり、請求の範囲110に係る発明（以下、「第4発明」という。）の特別な技術的特徴は「脈動判別手段による判定結果により異なる流量算出プログラムを用いる」点であり、請求の範囲111に係る発明（以下、「第5発明」という。）の特別な技術的特徴は「瞬時流量をデジタルフィルター処理した」点であり、請求の範囲122に係る発明（以下、「第6発明」という。）の特別な技術的特徴は「振動子を駆動する駆動回路の駆動方法を順次変更する周期性変更手段を備えた」点であり、請求の範囲123に係る発明（以下、「第7発明」という。）の特別な技術的特徴は「振動子を駆動する駆動回路の駆動方法を順次変更する周期性変更手段を備え、受信検知毎に周期性変更手段を変更する」点であり、請求の範囲135に係る発明（以下、「第8発明」という。）の特別な技術的特徴は「超音波パルスを受信してから伝搬時間を測定する第1のタイマの値が変化するための時間を測定する第2のタイマを備え、第2のタイマを第1のタイマで補正する」点であり、請求の範囲138に係る発明（以下、「第9発明」という。）の特別な技術的特徴は「振動子を駆動する駆動回路の駆動方法を順次変更する周期性安定化手段を備え、測定周期が常に一定となるように周期性安定化手段を制御する」点であるものと認める。

そして、第1発明、第2発明、第3発明、第4発明、第5発明、第6発明及び第8発明においては、それぞれの特別な技術的特徴に共通する技術事項がないことは明らかであるから、これら一群の発明は特別な技術的特徴を含む技術的な関係があるとは言えない。

4. したがって、この国際予備審査報告書を作成するに際して、国際出願の次の部分を、国際予備審査の対象にした。

- ☒ すべての部分
- ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ に関する部分

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条(PCT35条(2))に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

## 1. 見解

新規性(N)	請求の範囲	70-140	有
	請求の範囲		無
進歩性(IS)	請求の範囲	70-81, 96-109, 123-140	有
	請求の範囲	82-95, 110-122	無
産業上の利用可能性(IA)	請求の範囲	70-140	有
	請求の範囲		無

## 2. 文献及び説明(PCT規則70.7)

文献1: JP, 9-304139, A (松下電器産業株式会社)  
28. 11月. 1997

文献2: JP, 11-44563, A (松下電器産業株式会社)  
16. 2月. 1999

文献3: JP, 8-304135, A (松下電器産業株式会社)  
22. 11月. 1996

文献4: JP, 8-271313, A (東京瓦斯株式会社)  
18. 10月. 1996

文献5: US, 5513535, A (Instrumenttitehdas Kytola Oy)  
7. 5月. 1996

文献6: JP, 63-5217, A (株式会社東京計器)  
11. 1月. 1988

## 請求の範囲82-85

請求の範囲82-85に記載された発明は文献2から進歩性を有しない。超音波流量計において変動のタイミングに同期して計測を開始する点は文献2に記載されており、また、送受信手段の出力から圧力変動を検出できることは明らかである。

## 請求の範囲86-95

請求の範囲86-95に記載された発明は文献1及び文献2から進歩性を有しない。超音波流量計において第1計時時間T1と第2計時時間T2とにより流量を測定することは文献1に記載されており、また、超音波流量計において変動のタイミングに同期して計測を開始する点は文献2に記載されており、さらに、送受信手段の出力から圧力変動を検出できることは明らかである。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



補充欄（いずれかの欄の大きさが足りない場合に使用すること）

第 IV.3 欄の続き

また、第9発明の周期性安定化手段は第7発明の周期性変更手段とはその技術内容が異なるものであるから、これら2つの発明の間にも特別な技術的特徴を含む技術的な関係があるとは言えない。

なお、第7発明は第6発明における周期性の変更を受信検知毎に行うようにしたものであるから、第7発明は第6発明と特別な技術的特徴を含む技術的な関係があるものと認められる。

以上の通りであるから、第1発明ないし第6発明及び第8発明、第9発明は単一の一般的発明概念を形成するように連関している一群の発明とは言えない。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

補充欄 (いずれかの欄の大きさが足りない場合に使用すること)

第 V.2 欄の続き

請求の範囲 110

請求の範囲 110 に記載された発明は文献 4 から進歩性を有しない。超音波流量計において脈動判別の判定結果により流量測定する流量計切り替えプログラムを備えた点は文献 4 に記載されている。

請求の範囲 111-121

請求の範囲 111-121 に記載された発明は文献 5 から進歩性を有しない。これら請求の範囲に記載の発明の技術的特徴部である、瞬時流量が測定可能な超音波流量計においてデジタルフィルター処理により流量値の算出を行う点は文献 5 に記載されている。

請求の範囲 122

請求の範囲 122 に記載された発明は文献 6 から進歩性を有しない。この請求の範囲に記載の発明の技術的特徴部である、超音波流量計において振動子を駆動する駆動回路の駆動方法を順次変更する周期性変更手段を備えた点は文献 6 に記載されている。

請求の範囲 70-81

請求の範囲 70-81 に記載された発明は文献 1 に対し進歩性を有する。流量が変動する周期に応じて送受信が繰り返される回数を変更する点は、文献 1 には記載も示唆もされていない。

請求の範囲 96-109

請求の範囲 96-109 に記載された発明は文献 3 に対し進歩性を有する。計測監視手段が各手段の計測タイミングに係わる時間信号もしくは信号の送受信が繰り返される回数を監視する点は、文献 3 には記載も示唆もされていない。

請求の範囲 123-140

請求の範囲 123-140 に記載された発明は文献 1 から文献 6 に対し進歩性を有する。請求の範囲 123 に記載の発明の技術的特徴部である、超音波流量計において超音波パルスを検知したことを受けて再度振動子を駆動するように駆動回路を所定回数制御し、駆動回路の駆動方法を順次変更する周期性変更手段を備え、受信検知毎に周期性変更手段を変更するようにした点、請求の範囲 135 に記載の発明の技術的特徴部である、超音波流量計において超音波パルスを受信してから伝搬時間を測定する第 1 のタイマの値が変化するまでの時間を測定する第 2 のタイマを備え、第 2 のタイマを第 1 のタイマで補正超音波パルスを検知したことを受けて再度振動子を駆動するようにした点、請求の範囲 138 に記載の発明の技術的特徴部である、超音波流量計において超音波パルスを検知したことを受けて再度振動子を駆動するように駆動回路を所定回数制御し、駆動回路の駆動方法を順次変更する周期性安定化手段を備え、測定周期が常に一定となるように周期性安定化手段を制御するようにした点は国際調査報告で引用された上記いずれの文献にも記載も示唆もされていない。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

7 0. (追加) 流路を流れる流体の状態変化を用いて信号を送受信する送受信手段と、

前記送受信手段による前記信号の送受信を所定の繰り返し回数だけ繰り返す繰り返し手段と、

5 前記繰り返し手段によって前記信号の送受信が繰り返される間の前記流体の状態変化の伝搬時間を計測する計時手段と、

前記計時手段によって計測された前記伝搬時間に基づいて前記流体の流量を検出する流量検出手段と、

前記流体の流量が変動する周期を検出する周期検出手段と、

10 前記周期検出手段によって検出された前記周期に応じて、前記所定の繰り返し回数を変更する回数変更手段と

を備えた流量計。

7 1. (追加) 前記送受信手段は、前記流体の状態変化として音波の伝搬を用いて前記信号を送受信する、請求項 7 0 に記載の流量計。

7 2. (追加) 前記送受信手段は、前記流体の状態変化として熱の伝搬を用いて前記信号を送受信する、請求項 7 0 に記載の流量計。

20 7 3. (追加) 前記流量計は、前記計時手段からの出力に基づいて前記流体の状態変化の経過時間を検出する経過時間検出手段をさらに備えており、

前記周期検出手段は、前記経過時間検出手段からの出力に基づいて前記周期を検出する、請求項 7 0 に記載の流量計。

25 7 4. (追加) 前記回数変更手段は、前記所定の繰り返し回数を前記周期のほぼ整数倍の回数に設定する、請求項 7 0 に記載の流量計。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

75. (追加) 前記流量計は、前記経過時間検出手段からの出力を保持するデータ保持手段をさらに備えており、

前記周期検出手段は、前記データ保持手段によって保持されたデータと前記計時手段によって計測された前記伝搬時間のデータとの比較に基づいて前記周期を検出する、請求項70に記載の流量計。

76. (追加) 前記回数変更手段は、所定の処理が実行される場合に動作する、請求項70に記載の流量計。

77. (追加) 前記回数変更手段は、前記流量検出手段が流量計測を実行するたびに動作する、請求項76に記載の流量計。

78. (追加) 前記回数変更手段は、前記流量検出手段が流量計測を実行する前に前記所定の繰り返し回数を変更する、請求項76に記載の流量計。

79. (追加) 前記所定の処理は、前記流量検出手段によって検出された前記流量が異常か否かを判別する異常判別処理と前記流量の使用状況を管理する流量管理処理とを含む、請求項76に記載の流量計。

80. (追加) 前記所定の繰り返し回数は、次回、前記流量検出手段が前記流量を検出する場合に使用される、請求項70に記載の流量計。

81. (追加) 前記回数変更手段は、前記流量検出手段によって検出された前記流量が所定の流量未満の場合に動作する、請求項70に記載の流量計。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



8 2. (追加) 流路を流れる流体の状態変化を用いて信号を送受信する送受信手段と、

前記送受信手段によって前記信号が送受信される間の前記流体の状態変化の伝搬時間を計測する計時手段と、

5 前記計時手段によって計測される前記伝搬時間に基づいて前記流体の流量を検出する流量検出手段と、

前記送受信手段からの出力に基づいて前記流路内の圧力変動を検出する変動検出手段と

を備えた流量計。

10

8 3. (追加) 前記変動検出手段によって検出される前記圧力変動のタイミングに同期して計測を開始する計測制御手段をさらに備えている、請求項 8 2 に記載の流量計。

15

8 4. (追加) 前記送受信手段は、前記流体の状態変化として音波の伝搬を用いて前記信号を送受信する、請求項 8 2 に記載の流量計。

8 5. (追加) 前記送受信手段は、前記流体の状態変化として熱の伝搬を用いて前記信号を送受信する、請求項 8 2 に記載の流量計。

20

8 6. (追加) 前記送受信手段は、前記流路の上流側に設けられた、音波を送受信する第 1 振動手段と、前記流路の下流側に設けられた、音波を送受信する第 2 振動手段とを含み、

前記変動検出手段は、前記第 1 振動手段および前記第 2 振動手段の少なくとも一方からの出力に基づいて前記圧力変動を検出し、

25

前記流量計は、

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

前記第 1 振動手段および前記第 2 振動手段による前記信号の送受信動作を切り換える切り換え手段と、

5 前記変動検出手段によって所定の圧力変動が検出された場合には、前記流体の状態変化が前記第 1 振動手段から前記第 2 振動手段に伝搬するのに要する第 1 計時時間 T 1 を計測するように前記計時手段を制御し、前記変動検出手段によって前記所定の圧力変動とは逆方向の圧力変動が検出された場合には、前記流体の状態変化が前記第 2 振動手段から前記第 1 振動手段に伝搬するのに要する第 2 計時時間 T 2 を計測するように前記計時手段を制御する計測制御手段と

をさらに備えており、

10 前記流量検出手段は、前記第 1 計時時間 T 1 と前記第 2 計時時間 T 2 とを用いて前記流体の流量を検出する、請求項 8 2 に記載の流量計。

8 7. (追加) 前記計測制御手段は、前記変動検出手段によって所定の圧力変動が検出された時に前記第 1 計時時間 T 1 の計測を開始し、前記変動検出手段によって前記所定の圧力変動とは逆方向の圧力変動が検出された時に前記第 2 計時時間 T 2 の計測を開始する計測制御を行い、次の計測時には、前記変動検出手段によって前記所定の圧力変動とは逆方向の圧力変動が検出された時に次の第 1 計時時間 T 1 の計測を開始し、前記変動検出手段によって前記所定の圧力変動が検出された時に次の第 2 計時時間 T 2 の計測を開始する計測制御を行い、

20 前記流量検出手段は、前記第 1 計時時間 T 1 と第 2 計時時間 T 2 とを用いて前記流体の第 1 流量を検出し、前記次の第 1 計時時間 T 1 と第 2 計時時間 T 2 とを用いて前記流体の第 2 流量を検出し、前記第 1 流量と前記第 2 流量とを平均することにより前記流体の流量を検出する、請求項 8 6 に記載の流量計。

25 8 8. (追加) 前記送受信手段による前記信号の送受信を所定の繰り返し回数だけ繰り返す繰り返し手段をさらに備えている、請求項 8 2 に記載の流量計。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

89. (追加) 前記繰り返し手段は、前記圧力変動の周期の整数倍の時間にわたって前記信号の送受信を繰り返す、請求項88に記載の流量計。

5 90. (追加) 前記繰り返し手段は、前記変動検出手段によって所定の圧力変動が検出された時に前記信号の送受信を開始し、前記変動検出手段によって前記所定の圧力変動と同一の圧力変動が次に検出されるまで前記信号の送受信を繰り返す、請求項88に記載の流量計。

10 91. (追加) 前記送受信手段からの出力を切り換えることにより、前記送受信手段からの出力を前記流体の流量の検出および前記流路内の圧力変動の検出に用いることを可能にする選択手段をさらに備えている、請求項82に記載の流量計。

15 92. (追加) 前記変動検出手段は、前記流路内の圧力変動を示す波形の交流成分のゼロ付近を検出する、請求項82に記載の流量計。

20 93. (追加) 前記変動検出手段によって検出される前記圧力変動の周期を検出する周期検出手段と、前記周期検出手段によって検出された周期が所定の周期に一致する場合に流量計測を開始する計測制御手段とをさらに備えている、請求項82に記載の流量計。

94. (追加) 前記変動検出手段によって前記圧力変動が検出できなかった場合には、所定時間後に流量計測を自動的にスタートする検出解除手段をさらに備えている、請求項82に記載の流量計。

25 95. (追加) 前記第1振動手段および前記第2振動手段のそれぞれは、圧電式振動子を含む、請求項86に記載の流量計。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

9 6. (追加) 流路を流れる流体の状態変化を用いて信号を送受信する送受信手段と、

前記送受信手段による前記信号の送受信を所定の繰り返し回数だけ繰り返す繰り返し手段と、

5 前記繰り返し手段によって前記信号の送受信が繰り返される間の前記流体の状態変化の伝搬時間を計測する計時手段と、

前記計時手段によって計測された前記伝搬時間に基づいて前記流体の流量を検出する流量検出手段と、

前記流路内の圧力変動を検出する変動検出手段と、

10 前記送受信手段、前記繰り返し手段、前記計時手段、前記流量検出手段および前記変動検出手段のそれぞれを制御する計測制御手段と、

前記送受信手段、前記繰り返し手段、前記計時手段、前記流量検出手段および前記変動検出手段のそれぞれの計測タイミングに係わる時間信号もしくは前記信号の送受信が繰り返される回数を監視する計測監視手段と

15 を備えた流量計。

9 7. (追加) 前記送受信手段は、前記流体の状態変化として音波の伝搬を用いて前記信号を送受信する、請求項 9 6 に記載の流量計。

20 9 8. (追加) 前記送受信手段は、前記流体の状態変化として熱の伝搬を用いて前記信号を送受信する、請求項 9 6 に記載の流量計。

9 9. (追加) 前記送受信手段は、音波を送受信する一対の振動手段を含み、

25 前記計測制御手段は、前記変動検出手段から第 1 出力信号が出力された時に音波の送信の開始を指示する開始信号を出力し、前記変動検出手段から第 2 出力信号が出力された時に音波の送受信の繰り返しの終了を指示する終了信号を出力し、

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



前記計測監視手段は、前記開始信号および前記終了信号の計測タイミングの異常を監視する、請求項 9 6 に記載の流量計。

5 1 0 0. (追加) 前記計測監視手段は、前記計測制御手段の指示の後、所定時間内に前記開始信号が発生しない計測タイミングの時、所定時間後に音波の送信の開始を指示する、請求項 9 9 に記載の流量計。

10 1 0 1. (追加) 前記計測監視手段は、前記計測制御手段の指示の後、所定時間内に前記開始信号が発生しない計測タイミングの時、所定時間後に音波の送信の開始を指示し、前記音波の送受信を前記所定の繰り返し回数だけ繰り返すことを指示する、請求項 9 9 に記載の流量計。

15 1 0 2. (追加) 前記計測監視手段は、前記計測制御手段の指示の後、所定時間内に前記開始信号が発生しない計測タイミングの時、前記計測制御手段の次の指示まで流量計測を行わない、請求項 9 9 に記載の流量計。

20 1 0 3. (追加) 前記計測監視手段は、前記開始信号が発生した後、所定時間内に前記終了信号が発生しない計測タイミングの時、前記音波の受信の終了を指示する、請求項 9 9 に記載の流量計。

1 0 4. (追加) 前記計測監視手段は、前記開始信号が発生した後、所定時間内に前記終了信号が発生しない計測タイミングの時、前記音波の受信の終了を指示し、前記開始信号の出力を指示する、請求項 9 9 に記載の流量計。

25 1 0 5. (追加) 前記計測監視手段は、前記信号の送受信を繰り返す回数が異常になった時、前記信号の送受信処理の停止を指示する、請求項 9 6 に記載の流量

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

計。

5 106. (追加) 前記計測監視手段は、前記一对の振動手段のうち一方の振動手段から送信した音波を他方の振動手段で受信する計測時の第1繰り返し回数と、前記他方の振動手段から送信した音波を前記一方の振動手段で受信する計測時の第2繰り返し回数とを比較し、前記第1繰り返し回数と前記第2繰り返し回数との差が所定の回数以上の時、前記開始信号の出力を指示する、請求項99に記載の流量計。

10 107. (追加) 前記一对の振動手段のうち一方の振動手段から送信した音波を他方の振動手段で受信する計測時の第1繰り返し回数は、前記他方の振動手段から送信した音波を前記一方の振動手段で受信する計測時の第2繰り返し回数に同一となるように設定されている、請求項99に記載の流量計。

15 108. (追加) 前記計測監視手段は、前記開始信号を出力する回数を所定の回数以下に制限することにより、前記開始信号の出力が永久に繰り返すことがないようにする、請求項99に記載の流量計。

20 109. (追加) 前記流量検出手段は、超音波の送受信が複数回繰り返される間の前記流体の状態変化の伝搬時間の逆数差に基づいて前記流体の流量を検出する、請求項96に記載の流量計。

110. (追加) 流体の瞬時流量を検出する瞬時流量検出手段と、  
前記流体の瞬時流量が脈動しているか否かを判別する脈動判別手段と、  
25 前記脈動判別手段の判別結果に応じて異なる流量算出プログラムを用いて前記流体の安定流量を算出する安定流量算出手段と

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

を備えた流量計。

1 1 1. (追加) 流体の瞬時流量を検出する瞬時流量検出手段と、

前記瞬時流量検出手段によって検出された前記流体の瞬時流量をデジタルフ  
5 ルター処理することにより、前記流体の瞬時流量の脈動成分を除去するフィルタ  
ー処理手段と、

前記フィルター処理手段からの出力に基づいて前記流体の安定流量を算出する  
安定流量算出手段と

を備えた流量計。

1 1 2. (追加) 前記流量計は、前記流体の瞬時流量が脈動しているか否かを判  
別する脈動判別手段をさらに備えており、

前記流体の瞬時流量が脈動していると前記脈動判別手段によって判別された場  
合において、安定流量算出手段は、前記フィルター処理手段からの出力に基づい  
15 て前記流体の安定流量を算出する、請求項 1 1 1 に記載の流量計。

1 1 3. (追加) 前記脈動判別手段は、前記流体の瞬時流量の変動幅が所定の値  
以上か否かを判別することにより、前記流体の瞬時流量が脈動しているか否かを  
判別する、請求項 1 1 0 または請求項 1 1 2 のいずれかに記載の流量計。

1 1 4. (追加) 前記フィルター処理手段は、前記流体の瞬時流量の変動幅に応  
じてフィルター特性を変更する、請求項 1 1 1 に記載の流量計。

1 1 5. (追加) 前記瞬時流量検出手段によって検出された前記流体の瞬時流量  
25 が所定の流量より小さい場合において、前記フィルター処理手段は、前記流体の  
瞬時流量の脈動成分を除去する、請求項 1 1 1 に記載の流量計。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

1 1 6. (追加) 前記フィルター処理手段は、前記流体の瞬時流量に応じてフィルター特性を変更する、請求項 1 1 1 に記載の流量計。

1 1 7. (追加) 前記フィルター処理手段は、前記瞬時流量検出手段の計測時間の  
5 の間隔に応じてフィルター特性を変更する、請求項 1 1 1 に記載の流量計。

1 1 8. (追加) 前記フィルター処理手段は、大流量時には、フィルタ特性のカットオフ周波数が高くなるようにフィルタ特性を変更し、低流量時には、フィルタ特性のカットオフ周波数が低くなるようにフィルター特性を変更する、請求項  
10 1 1 7 に記載の流量計。

1 1 9. (追加) 前記フィルター処理手段は、前記安定流量算出手段によって算出された前記安定流量の変動幅が所定の値以内になるようにフィルター特性を変更する、請求項 1 1 1 に記載の流量計。

1 2 0. (追加) 前記瞬時流量検出手段は、超音波を用いて前記瞬時流量を検出する、請求項 1 1 0 または請求項 1 1 1 のいずれかに記載の流量計。

1 2 1. (追加) 前記瞬時流量検出手段は、熱を用いて前記瞬時流量を検出する、  
20 請求項 1 1 0 または請求項 1 1 1 のいずれかに記載の流量計。

1 2 2. (追加) 被測定流体が流れる流量測定部と、  
前記流量測定部に設けられた、超音波を送受信する一対の超音波振動子と、  
前記一対の超音波振動子のうち一方の超音波振動子を駆動する駆動回路と、  
25 前記一対の超音波振動子のうち他方の超音波振動子に接続された、超音波パルスを検知する受信検知回路と、

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



前記超音波パルスの伝搬時間を測定するタイマと、  
前記駆動回路を制御する制御部と、  
前記タイマからの出力に基づいて前記被測定流体の流量を演算によって求める  
演算部と、

- 5 前記駆動回路の駆動方法を順次変更する周期性変更手段と  
を備え、

前記制御部は、前記超音波パルスの伝搬時間による流量計測における送受信の  
周期を順次変更するように前記周期性変更手段を制御する、流量計。

- 10 1 2 3. (追加) 被測定流体が流れる流量測定部と、  
前記流量測定部に設けられた、超音波を送受信する一对の超音波振動子と、  
前記一对の超音波振動子のうち一方の超音波振動子を駆動する駆動回路と、  
前記一对の超音波振動子のうち他方の超音波振動子に接続された、超音波パル  
スを検知する受信検知回路と、

- 15 前記受信検知回路からの出力に基づいて前記一方の超音波振動子を再度駆動す  
るように前記駆動回路を所定の回数だけ制御する制御部と、  
前記所定の回数の経過時間を測定するタイマと、  
前記タイマからの出力に基づいて前記被測定流体の流量を演算によって求める  
演算部と、

- 20 前記駆動回路の駆動方法を順次変更する周期性変更手段と  
を備え、  
前記制御部は、前記受信検知回路によって前記超音波パルスの受信が検知され  
るたびに前記周期性変更手段によって駆動方法を変更する、流量計。

- 25 1 2 4. (追加) 前記周期性変更手段は、複数の周波数の出力信号を切り替え出  
力する構成とし、

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

前記制御部は、流量計測ごとに前記周期性変更手段の周波数設定を変更することにより、前記駆動回路の駆動周波数を変更する、請求項 1 2 2 または請求項 1 2 3 のいずれかに記載の流量計。

- 5      1 2 5. (追加) 前記周期性変更手段は、同じ周波数で複数の位相を持った出力信号を出力する構成とし、

前記制御部は、流量計測ごとに前記周期性変更手段の出力信号の位相設定を変更することにより、前記駆動回路の駆動位相を変更する、請求項 1 2 2 または請求項 1 2 3 のいずれかに記載の流量計。

10

- 1 2 6. (追加) 前記周波数変更手段は、超音波振動子の使用周波数である第 1 周波数の信号と前記第 1 周波数とは異なる第 2 周波数の信号とを重ね合わせて出力する構成とし、

前記制御部は、流量計測ごとに前記周期性変更手段の前記第 2 周波数の設定を変更した出力信号を前記駆動回路を介して出力する、請求項 1 2 2 または請求項 1 2 3 のいずれかに記載の流量計。

15

- 1 2 7. (追加) 前記周期性変更手段は、前記第 2 周波数がある場合と無い場合の設定を切り替えるようにした、請求項 1 2 6 に記載の流量計。

20

- 1 2 8. (追加) 前記周期性変更手段は、前記第 2 周波数の位相設定を変更する、請求項 1 2 6 に記載の流量計。

- 1 2 9. (追加) 前記周期性変更手段は、前記第 2 周波数の周波数設定を変更する、請求項 1 2 6 に記載の流量計。

25

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

1 3 0. (追加) 前記周期性変更手段は、異なる遅延時間が設定可能なディレイ部を備えており、

前記制御部は、超音波の送信または超音波の受信を検知するたびに前記ディレイ部に設定される遅延時間を変更する、請求項 1 2 3 に記載の流量計。

5

1 3 1. (追加) 前記周期性変更手段が変更する周期の幅が、測定誤差による伝搬時間変動に相当する値の整数倍である、請求項 1 2 2 または請求項 1 2 3 のいずれかに記載の流量計。

10

1 3 2. (追加) 前記周期性変更手段が変更する周期の幅が、超音波振動子の共振周波数の周期である、請求項 1 2 2 または請求項 1 2 3 のいずれかに記載の流量計。

15

1 3 3. (追加) 周期性を変更するパターンの順番は、上流方向への測定と下流方向への測定とにおいて同じである、請求項 1 2 2 または請求項 1 2 3 のいずれかに記載の流量計。

1 3 4. (追加) 前記所定の回数が前記周期性変更手段の変更数の整数倍である、請求項 1 2 3 に記載の流量計。

20

1 3 5. (追加) 被測定流体が流れる流量測定部と、

前記流量測定部に設けられた、超音波を送受信する一対の超音波振動子と、

前記一対の超音波振動子のうち一方の超音波振動子を駆動する駆動回路と、

前記一対の超音波振動子のうち他方の超音波振動子に接続された、超音波パルスを検知する受信検知回路と、

25

前記超音波パルスの伝搬時間を測定する第 1 のタイマと、

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

前記受信検知回路が前記超音波パルスの受信を検知してから前記第 1 のタイマの値が変化するまでの時間を測定する第 2 のタイマと、

前記駆動回路を制御する制御部と、

5 前記第 1 のタイマからの出力および前記第 2 のタイマからの出力に基づいて被測定流体の流量を演算によって求める演算部と

を備え、

前記第 2 のタイマを前記第 1 のタイマで補正する構成を有している、流量計。

10 1 3 6. (追加) 前記流量計は、温度センサをさらに備えており、前記温度センサからの出力が設定値以上変化した場合に前記第 2 のタイマを前記第 1 のタイマで補正する、請求項 1 3 5 に記載の流量計。

15 1 3 7. (追加) 前記流量計は、電圧センサをさらに備えており、前記電圧センサからの出力が設定値以上変化した場合に前記第 2 のタイマを前記第 1 のタイマで補正する、請求項 1 3 5 に記載の流量計。

20 1 3 8. (追加) 被測定流体が流れる流量測定部と、  
前記流量測定部に設けられた、超音波を送受信する一对の超音波振動子と、  
前記一对の超音波振動子のうち一方の超音波振動子を駆動する駆動回路と、  
前記一对の超音波振動子のうち他方の超音波振動子に接続された、超音波パルスを検知する受信検知回路と、

前記受信検知回路からの出力に基づいて前記一方の超音波振動子を再度駆動するように前記駆動回路を所定の回数だけ制御する制御部と、

前記所定の回数の経過時間を測定するタイマと、

25 前記タイマからの出力に基づいて前記被測定流体の流量を演算によって求める演算部と、

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



前記駆動回路の駆動方法を順次変更する周期性安定化手段と  
を備え、

前記制御部は、測定周期が常に一定となるように前記周期性安定化手段を制御  
する、流量計。

5

1 3 9. (追加) 前記周期性安定化手段は、異なる遅延時間が設定可能なディレイ部を含み、前記制御部は、前記ディレイ部に設定される遅延時間を切り替えることにより、前記駆動回路の出力タイミングを変更する、請求項 1 3 8 に記載の流量計。

10

1 4 0. (追加) 前記制御部は、測定時間を一定とするように前記駆動回路を制御する、請求項 1 3 8 に記載の流量計。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## PCT

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference P23328-P0	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/JP00/04165	International filing date (day/month/year) 23 June 2000 (23.06.00)	Priority date (day/month/year) 24 June 1999 (24.06.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC G01F 1/66		
Applicant MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of 10 sheets, including this cover sheet.

☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 15 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☒ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 27 December 2000 (27.12.00)	Date of completion of this report 24 July 2001 (24.07.2001)
Name and mailing address of the IPEA/JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP00/04165

## I. Basis of the report

### 1. With regard to the elements of the international application:\*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:  
 pages 1-71, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☒ the claims:  
 pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages 70-140, filed with the letter of 08 June 2001 (08.06.2001)
- ☒ the drawings:  
 pages 1-68, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing part of the description:  
 pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

### 2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

### 3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

### 4. ☒ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☒ the claims, Nos. 1-69
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

### 5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).\*\*

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP00/04165

## IV. Lack of unity of invention

1. In response to the invitation to restrict or pay additional fees the applicant has:

- ☐ restricted the claims.
- ☒ paid additional fees.
- ☐ paid additional fees under protest.
- ☐ neither restricted nor paid additional fees.

2. ☐ This Authority found that the requirement of unity of invention is not complied with and chose, according to Rule 68.1, not to invite the applicant to restrict or pay additional fees.

3. This Authority considers that the requirement of unity of invention in accordance with Rules 13.1, 13.2 and 13.3 is

- ☐ complied with.
- ☒ not complied with for the following reasons:

See supplemental sheet for continuation of Box IV. 3.

4. Consequently, the following parts of the international application were the subject of international preliminary examination in establishing this report:

- ☒ all parts.
- ☐ the parts relating to claims Nos. \_\_\_\_\_

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement****1. Statement**

Novelty (N)	Claims	70-140	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	70-81, 96-109, 123-140	YES
	Claims	82-95, 110-122	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	70-140	YES
	Claims		NO

**2. Citations and explanations**

Document 1: JP, 9-304139, A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 28 November 1997

Document 2: JP, 11-44563, A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 16 February 1999

Document 3: JP, 8-304135, A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 22 November 1996

Document 4: JP, 8-271313, A (Tokyo Gas Co., Ltd.), 18 October 1996

Document 5: US, 5513535, A (Instrumenttitehdas Kytola Oy), 7 May 1996

Document 6: JP, 63-5217, A (Tokyo Keiki Co., Ltd.), 11 January 1988

**Claims 82 to 85**

The invention described in Claims 82 to 85 does not involve an inventive step in the light of Document 2. Document 2 discloses an ultrasonic flowmeter which begins measurement in synchronization with the timing of fluctuation. Moreover, it is clear that pressure fluctuation can be detected from the output of a signal transmitting/receiving means.

**Claims 86 to 95**

The invention described in Claims 86 to 95 does not

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

involve an inventive step in the light of Document 1 and Document 2. Document 1 discloses an ultrasonic flowmeter which measures flow rate from a first timer time (T1) and a second timer time (T2), and Document 2 discloses an ultrasonic flowmeter which begins measurement in synchronization with the timing of fluctuation. Moreover, it is clear that pressure fluctuation can be detected from the output of a signal transmitting/receiving means.

#### Claim 110

The invention described in Claim 110 does not involve an inventive step in the light of Document 4. Document 4 discloses an ultrasonic flowmeter provided with a flow rate measurement switchover program which measures flow rate from pulsation discrimination assessment results.

#### Claims 111 to 121

The invention described in Claims 111 to 121 does not involve an inventive step in the light of Document 5. The technically characteristic part of the invention described in Claims 111 to 121, the calculation of a flow rate value through a digital filter process in an ultrasonic flowmeter which can measure instantaneous flow rate, is disclosed in Document 5.

#### Claim 122

The invention described in Claim 122 does not involve an inventive step in the light of Document 6. The technically characteristic part of the invention described in Claim 122, the provision of a periodic changing means which sequentially changes the drive method for a vibrator drive circuit in an ultrasonic flowmeter, is disclosed in Document 6.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## Claims 70 to 81

The invention described in Claims 70 to 81 involves an inventive step relative to Document 1. Document 1 neither discloses nor suggests a feature wherein the number of signal reception/transmission repetitions is varied in response to the period of flow fluctuation.

## Claims 96 to 109

The invention described in Claims 96 to 109 involves an inventive step relative to Document 3. Document 3 neither discloses nor suggests a feature wherein a measurement monitoring means monitors time signals pertaining to the measurement timing for each means or the number of signal reception/transmission repetitions.

## Claims 123 to 140

The invention described in Claims 123 to 140 involves an inventive step relative to Document 1 to Document 6. None of the documents cited in the international search report discloses or suggests the technically characteristic part of the invention described in Claim 123, an ultrasonic flowmeter wherein a drive circuit is controlled to drive a vibrator repeatedly a desired number of times upon the detection of an ultrasonic pulse, a periodic changing means sequentially changes the drive method for the drive circuit, and the periodic changing means is changed each time signal reception is detected. In addition, none of the documents cited in the international search report discloses or suggests the technically characteristic part of the invention described in Claim 135, an ultrasonic flowmeter wherein a first timer measures propagation time from the reception of an ultrasonic pulse, a second timer measures the length of time until the value of the first timer changes, and a vibrator is repeatedly driven upon

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

detection of an ultrasonic pulse from the first timer for correcting the second timer. Moreover, none of the documents cited in the international search report discloses or suggests the technically characteristic part of the invention described in Claim 138, an ultrasonic flowmeter wherein a drive circuit is controlled to drive a vibrator repeatedly a desired number of times upon the detection of an ultrasonic pulse, a periodic stabilizing means sequentially changes the drive method for the drive circuit, and the periodic stabilizing means is controlled such that the measurement period remains consistently the same.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**Supplemental Box**

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: IV. 3.

The special technical feature of the invention described in Claim 70 (hereinafter described as "first invention") is "variation to the number of signal reception/transmission repetitions in response to the period of flow fluctuation." The special technical feature of the invention described in Claim 82 (hereinafter described as "second invention") is "provision of a fluctuation detecting means which detects pressure fluctuations within the path of flow from the output from a signal transmitting/receiving means." The special technical feature of the invention described in Claim 96 (hereinafter described as "third invention") is "monitoring of time signals pertaining to the measurement timing for each means or the number of signal reception/transmission repetitions by a measurement monitoring means." The special technical feature of the invention described in Claim 110 (hereinafter described as "fourth invention") is "use of different flow rate calculation programs in response to assessment results from a pulsation discrimination means." The special technical feature of the invention described in Claim 111 (hereinafter described as "fifth invention") is "processing of instantaneous flow volumes through a digital filter." The special technical feature of the invention described in Claim 122 (hereinafter described as "sixth invention") is "provision of a periodic changing means which sequentially changes the drive method for a drive circuit which drives a vibrator." The special technical feature of the invention described in Claim 123 (hereinafter described as "seventh invention") is "provision of a periodic changing means which

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**Supplemental Box**

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: IV. 3.

sequentially changes the drive method for a drive circuit which drives a vibrator and changing of the periodic changing means each time signal reception is detected." The special technical feature of the invention described in Claim 135 (hereinafter described as "eighth invention") is "provision of a first timer which measures propagation time from the reception of an ultrasonic pulse, a second timer which measures the length of time until the value of the first timer changes, and correction of the second timer with the first timer." The special technical feature of the invention described in Claim 138 (hereinafter described as "ninth invention") is "a periodic stabilizing means which sequentially changes the drive method for a drive circuit which drives a vibrator, and control of the periodic stabilizing means such that the measurement period remains consistently the same."

Meanwhile, because it is clear that there is no corresponding technical feature among the special technical features of the first invention, the second invention, the third invention, the fourth invention, the fifth invention, the sixth invention, and the eighth invention, this group of inventions does not have a technical relationship involving one or more of the same or corresponding special technical features.

Furthermore, because the technical aspects of the periodic stabilizing means of the ninth invention and the periodic changing means of the seventh invention differ, these two inventions also do not have a technical relationship involving one or more of the same or corresponding special technical features.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**Supplemental Box**

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: IV. 3.

Meanwhile, because the seventh invention is enacting of a periodicity change, a feature of the sixth invention, each time signal reception is detected, the seventh invention and the sixth invention are recognized as having a technical relationship involving one or more of the same or corresponding special technical features.

In the light of the above, the first through sixth inventions, the eighth invention, and the ninth invention cannot be said to be a group of inventions so linked as to form a single general inventive concept.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

P23328

- 1 -

AMENDMENTS

(Amendment under Section 11 of the Japanese Law Concerning International Applications, Etc. Pursuant to the Patent Cooperation Treaty)

To: Commissioner of the Patent Office

1. Identification of International Application  
PCT/JP00/04165

2. Applicant  
Name: MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.  
Address: 1006, Oaza Kadoma, Kadoma-shi,  
Osaka 571-8501 Japan  
Country of nationality: Japan  
Country of residence: Japan

3. Agent  
Name: (7828) YAMAMOTO Shusaku  
Address: Fifteenth Floor, Crystal Tower, 2-27, Shiromi  
1-chome, Chuo-ku, Osaka-shi,  
Osaka 540-6015 Japan

4. Item to be Amended  
Claims

5. Subject Matter of Amendment  
(1) Cancel claims 1-69  
(2) Add claims 70-140

6. List of Attached Documents:  
Pages 72-82 of "CLAIMS" are removed.  
New sheets for "CLAIMS" on page 128 to 146 [Japanese

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



P23328

- 2 -

language version: page 72 to 83/6]

one copy of each

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

CLAIMS

70. (added) A flowmeter, comprising:

transmission/reception means for transmitting/receiving a signal using a state change of fluid that flows in a flow path;

repetition means for repeating the transmission/reception of the signal by the transmission/reception means a predetermined number of times;

time measurement means for measuring a propagation time of a state change of the fluid during when the transmission/reception of the signal is repeated by the repetition means;

flow rate detection means for detecting a flow rate of the fluid based on the propagation time measured by the time measurement means;

frequency detection means for detecting a frequency at which the flow rate of the fluid varies; and

number-of-times change means for changing the predetermined number of repetition times according to the frequency detected by the frequency detection means.

71. (added) A flowmeter according to claim 70, wherein the transmission/reception means transmits/receives the signal by utilizing propagation of a sonic wave as the state change of the fluid.

72. (added) A flowmeter according to claim 70, wherein the transmission/reception means transmits/receives the signal by utilizing propagation of heat as the state change of the fluid.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

73. (added) A flowmeter according to claim 70, further comprising elapsed time detection means for detecting an elapsed time for the state change of the fluid based on an output from the time measurement means,

wherein the frequency detection means detects the frequency based on the output from the elapsed time detection means.

74. (added) A flowmeter according to claim 70, wherein the number-of-times change means sets the predetermined number of repetition times so as to be substantially a multiple of a cycle of the frequency.

75. (added) A flowmeter according to claim 70, further comprising data holding means for holding the output from the elapsed time detection means,

wherein the frequency detection means detects the frequency based on a comparison between data held by the data holding means and data of the propagation time measured by the time measurement means.

76. (added) A flowmeter according to claim 70, wherein the number-of-times change means is operated when predetermined processing is performed.

77. (added) A flowmeter according to claim 76, wherein the number-of-times change means is operated every time the flow rate detection means performs flow rate measurement.

78. (added) A flowmeter according to claim 76, wherein the number-of-times change means changes the predetermined number of repetition times before the flow rate detection means performs the flow rate measurement.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

79. (added) A flowmeter according to claim 76, wherein the predetermined processing includes: abnormality determining processing for determining whether the flow rate detected by the flow rate detection means is abnormal or not; and flow rate management processing for managing a use state of the flow rate.

80. (added) A flowmeter according to claim 70, wherein the predetermined number of repetition times is used when the flow rate detection means next detects the flow rate.

81. (added) A flowmeter according to claim 70, wherein the number-of-times change means is operated when the flow rate detected by the flow rate detection means is smaller than a predetermined flow rate.

82. (added) A flowmeter, comprising:

transmission/reception means for transmitting/receiving a signal using a state change of fluid that flows in a flow path;

time measurement means for measuring a propagation time of a state change of the fluid during when the signal is transmitted/received by the transmission/reception means;

flow rate detection means for detecting a flow rate of the fluid based on the propagation time measured by the time measurement means; and

variation detection means for detecting a pressure variation in the flow path based on an output from the transmission/reception means.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



83. (added) A flowmeter according to claim 82, further comprising measurement control means for starting measurement in synchronization with a timing of the pressure variation detected by the variation detection means.

84. (added) A flowmeter according to claim 82, wherein the transmission/reception means transmits/receives the signal by utilizing propagation of a sonic wave as the state change of the fluid.

85. (added) A flowmeter according to claim 82, wherein the transmission/reception means transmits/receives the signal by utilizing propagation of heat as the state change of the fluid.

86. (added) A flowmeter according to claim 82, wherein:  
the transmission/reception means includes first vibration means provided in an upstream side of the flow path for transmitting/receiving a sonic wave and second vibration means provided in a downstream side of the flow path for transmitting/receiving a sonic wave;

the variation detection means detects the pressure variation based on an output from at least one of the first vibration means and second vibration means;

the flowmeter further includes

switching means for switching a transmission/reception operation of the signal by the first vibration means and second vibration means, and

measurement control means for controlling the time measurement means such that, when a predetermined pressure variation is detected by the variation detection means, a first measurement time  $T_1$  which is required for transmitting the state change of the fluid from the first

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

vibration means to the second vibration means is measured, and when a pressure variation whose direction is opposite to that of the predetermined pressure variation is detected by the variation detection means, a second measurement time T2 which is required for transmitting the state change of the fluid from the second vibration means to the first vibration means is measured,

wherein the flow rate detection means detects the flow rate of the fluid by using the first measurement time T1 and the second measurement time T2.

87. (added) A flowmeter according to claim 86, wherein:

the measurement control means performs measurement control such that, when the predetermined pressure variation is detected by the variation detection means, the measurement of the first measurement time T1 is started, and when the pressure variation whose direction is opposite to that of the predetermined pressure variation is detected by the variation detection means, the measurement of the second measurement time T2 is started, and in a next measurement time, when the pressure variation whose direction is opposite to that of the predetermined pressure variation is detected by the variation detection means, next measurement of the first measurement time T1 is started, and when the predetermined pressure variation is detected by the variation detection means, next measurement of the second measurement time T2 is started; and

the flow rate detection means detects a first flow rate of the fluid using the first measurement time T1 and the second measurement time T2, detects a second flow rate of the fluid using the first measurement time T1 and the second measurement time T2 which are measured in the next measurement time, and detects a flow rate of the fluid by

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

averaging the first flow rate and the second flow rate.

88. (added) A flowmeter according to claim 82, further comprising repetition means for repeating the transmission/reception of the signal by the transmission/reception means for a predetermined number of repetition times.

89. (added) A flowmeter according to claim 88, wherein the repetition means repeats the transmission/reception of the signal over a time period which is a multiple of a cycle of a frequency of the pressure variation.

90. (added) A flowmeter according to claim 88, wherein the repetition means starts the transmission/reception of the signal when a predetermined pressure variation is detected by the variation detection means, and repeats the transmission/reception of the signal until a pressure variation which is the same as the predetermined pressure variation is next detected by the variation detection means.

91. (added) A flowmeter according to claim 82, further comprising selection means which switches an output of the transmission/reception means so as to allow the output from the transmission/reception means to be used for detecting a flow rate of the fluid and for detecting a pressure variation in the flow path.

92. (added) A flowmeter according to claim 82, wherein the variation detection means detects a near-zero portion of an alternating component having a waveform which indicates a pressure variation in the flow path.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

93. (added) A flowmeter according to claim 82, further comprising: a frequency detection means for detecting the frequency of the pressure variation detected by the variation detection means; and measurement control means for starting flow rate measurement when a frequency detected by the frequency detection means equals a predetermined frequency.

94. (added) A flowmeter according to claim 82, further comprising detection cancellation means for automatically starting flow rate measurement after a predetermined time period when the pressure variation cannot be detected by the variation detection means.

95. (added) A flowmeter according to claim 86, wherein each of the first vibration means and second vibration means includes a piezoelectric transducer.

96. (added) A flowmeter, comprising:

transmission/reception means for transmitting/receiving a signal using a state change of fluid that flows in a flow path;

repetition means for repeating the transmission/reception of the signal by the transmission/reception means a predetermined number of times;

time measurement means for measuring a propagation time of a state change of the fluid during when the transmission/reception of the signal is repeated by the repetition means;

flow rate detection means for detecting a flow rate of the fluid based on the propagation time measured by the time measurement means;

variation detection means for detecting a pressure

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



variation in the flow path;

measurement control means for controlling each of the transmission/reception means, the repetition means, the time measurement means, the flow rate detection means, and the variation detection means; and

measurement monitoring means for monitoring a time signal relevant to a measurement timing of each of the transmission/reception means, the repetition means, the time measurement means, the flow rate detection means, and the variation detection means, or monitoring the number of times that the transmission/reception of the signal is repeated.

97. (added) A flowmeter according to claim 96, wherein the transmission/reception means transmits/receives the signal by utilizing propagation of a sonic wave as the state change of the fluid.

98. (added) A flowmeter according to claim 96, wherein the transmission/reception means transmits/receives the signal by utilizing propagation of heat as the state change of the fluid.

99. (added) A flowmeter according to claim 96, wherein:  
the transmission/reception means includes a pair of vibration means for transmitting/receiving a sonic wave;  
the measurement control means outputs a start signal which directs commencement of transmission of a sonic wave when a first output signal is output from the variation detection means, and outputs an end signal which directs conclusion of a repetition of transmission/reception of a sonic wave when a second output signal is output from the variation detection means; and

**THIS PAGE BLANK (USP)**

the measurement monitoring means monitors abnormality in measurement timings of the start signal and end signal.

100. (added) A flowmeter according to claim 99, wherein, at a measurement timing where the start signal is not issued within a predetermined time period after the direction of the measurement control means, the measurement monitoring means directs commencement of transmission of a sonic wave after a predetermined time has been passed.

101. (added) A flowmeter according to claim 99, wherein, at a measurement timing where the start signal is not issued within a predetermined time period after the direction of the measurement control means, the measurement monitoring means directs commencement of transmission of a sonic wave after a predetermined time has been passed, and directs repetition of the transmission/reception of the sonic wave for the predetermined numbers of repetition time.

102. (added) A flowmeter according to claim 99, wherein, at a measurement timing where the start signal is not issued within a predetermined time period after the direction of the measurement control means, the measurement monitoring means does not perform flow rate measurement until a next direction is issued by the measurement control means.

103. (added) A flowmeter according to claim 99, wherein, at a measurement timing where the end signal is not issued within a predetermined time period after the start signal is issued, the measurement monitoring means directs conclusion of reception of the sonic wave.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

104. (added) A flowmeter according to claim 99, wherein, at a measurement timing where the end signal is not issued within a predetermined time period after the start signal is issued, the measurement monitoring means directs conclusion of reception of the sonic wave, and directs output of the start signal.

105. (added) A flowmeter according to claim 96, wherein the measurement monitoring means directs a stop in transmission/reception processing of the signal when the number of times that the transmission/reception of the signal is repeated is abnormal.

106. (added) A flowmeter according to claim 99, wherein the measurement monitoring means compares a first number of repetition times for measurement, where a sonic wave is transmitted from a first one of the pair of vibration means and received by the second vibration means, and a second number of repetition times for measurement, where a sonic wave is transmitted from the second vibration means and received by the first vibration means, and when the difference between the first number of repetition times and the second number of repetition times is equal to or greater than a predetermined number of times, the measurement monitoring means directs output of the start signal.

107. (added) A flowmeter according to claim 99, wherein a first number of repetition times for measurement where a sonic wave is transmitted from a first one of the pair of vibration means and received by the second vibration means is set so as to be equal to a second number of repetition times for measurement where a sonic wave is transmitted from the second vibration means and received by the first

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

vibration means.

108. (added) A flowmeter according to claim 99, wherein the measurement monitoring means limits the number of times that the start signal is output to a predetermined number of times or less, such that the outputting of the start signal is not permanently repeated.

109. (added) A flowmeter according to claim 96, wherein the flow rate detection means detects a flow rate of the fluid based on a difference between inverse numbers of propagation times of the state change of the fluid when the transmission/reception of the signal is repeated.

110. (added) A flowmeter, comprising:

instantaneous flow rate detection means for detecting an instantaneous flow rate of fluid;

pulse determination means for determining whether the instantaneous flow rate of the fluid pulses or not; and

stable flow rate calculation means for calculating a stable flow rate of the fluid by using different flow rate calculation programs according to a determination result of the pulse determination means.

111. (added) A flowmeter, comprising:

instantaneous flow rate detection means for detecting an instantaneous flow rate of fluid;

filter processing means for removing a pulse component of the instantaneous flow rate of the fluid by digital filter-processing the instantaneous flow rate of the fluid which is detected by the instantaneous flow rate detection means; and

stable flow rate calculation means for calculating

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



a stable flow rate of the fluid based on an output from the filter processing means.

112. (added) A flowmeter according to claim 111, further comprising pulse determination means for determining whether the instantaneous flow rate of the fluid pulses or not,

wherein, when the pulse determination means determines that the instantaneous flow rate of the fluid pulses, the stable flow rate calculation means calculates a stable flow rate of the fluid based on an output from the filter processing means.

113. (added) A flowmeter according to any of claims 110 or 112, wherein the pulse determination means determines whether the instantaneous flow rate of the fluid pulses or not, by determining whether or not a variation amplitude of the instantaneous flow rate of the fluid is equal to or greater than a predetermined value.

114. (added) A flowmeter according to claim 111, wherein the filter processing means modifies a filter characteristic according to a variation amplitude of the instantaneous flow rate of the fluid.

115. (added) A flowmeter according to claim 111, wherein, when the instantaneous flow rate of the fluid which is detected by the instantaneous flow rate detection means is lower than a predetermined flow rate, the filter processing means removes a pulse component of the instantaneous flow rate of the fluid.

116. (added) A flowmeter according to claim 111, wherein

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

the filter processing means modifies a filter characteristic according to the instantaneous flow rate of the fluid.

117. (added) A flowmeter according to claim 111, wherein the filter processing means modifies a filter characteristic according to an interval of measurement times of the instantaneous flow rate detection means.

118. (added) A flowmeter according to claim 117, wherein, when the flow rate is high, the filter processing means modifies a filter characteristic such that a cut-off frequency of the filter characteristic becomes high, and when the flow rate is low, the filter processing means modifies the filter characteristic such that the cut-off frequency of the filter characteristic becomes low.

119. (added) A flowmeter according to claim 111, wherein the filter processing means modifies a filter characteristic such that a variation amplitude of the stable flow rate calculated by the stable flow rate calculation means is within a predetermined value range.

120. (added) A flowmeter according to any of claims 110 or 111, wherein the instantaneous flow rate detection means detects the instantaneous flow rate by using an ultrasonic wave.

121. (added) A flowmeter according to any of claims 110 or 111, wherein the instantaneous flow rate detection means detects the instantaneous flow rate by using heat.

122. (added) A flowmeter, comprising:

a flow rate measurement section through which fluid

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

to be measured flows;

- a pair of ultrasonic wave transducers provided in the flow rate measurement section for transmitting/receiving an ultrasonic wave;

- a driver circuit for driving one of the ultrasonic wave transducers;

- a reception detecting circuit connected to the other one of the ultrasonic wave transducers for detecting an ultrasonic wave pulse;

- a timer for measuring a propagation time of the ultrasonic wave pulse;

- a control section for controlling the driver circuit;

- a calculation section for calculating a flow rate of the fluid to be measured based on an output from the timer; and

periodicity change means for sequentially changing a driving method of the driver circuit,

wherein the control section controls the periodicity change means such that the frequency of transmission/reception in flow rate measurement based on the propagation time of the ultrasonic wave pulse is sequentially changed.

123. (added) A flowmeter, comprising:

- a flow rate measurement section through which fluid to be measured flows;

- a pair of ultrasonic wave transducers provided in the flow rate measurement section for transmitting/receiving an ultrasonic wave;

- a driver circuit for driving one of the ultrasonic wave transducers;

- a reception detecting circuit connected to the other

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

one of the ultrasonic wave transducers for detecting an ultrasonic wave pulse;

a control section for controlling the driver circuit for a predetermined number of times so as to drive the one of the ultrasonic wave transducers again based on an output from the reception detecting circuit;

a timer for measuring an elapsed time for the predetermined number of times;

a calculation section for calculating a flow rate of the fluid to be measured based on an output from the timer; and

periodicity change means for sequentially changing a driving method of the driver circuit,

wherein, the control section changes the driving method with the periodicity change means every time a receipt of the ultrasonic wave pulse is detected by the reception detecting circuit.

124. (added) A flowmeter according to any of claims 122 or 123, wherein:

the periodicity change means switchingly outputs a plurality of output signals having different frequencies; and

the control section changes a driving frequency of the driver circuit by changing a frequency setting of the periodicity change means at every flow rate measurement.

125. (added) A flowmeter according to any of claims 122 or 123, wherein:

the periodicity change means outputs output signals having the same frequency and a plurality of different phases; and

the control section changes a driving phase of the

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



driver circuit by changing a phase setting of an output signal of the periodicity change means at every flow rate measurement.

126. (added) A flowmeter according to any of claims 122 or 123, wherein:

the periodicity change means outputs a synthesized signal obtained by superposing a signal of a first frequency which is an operation frequency of the ultrasonic wave transducers and a signal of a second frequency which is different from the first frequency; and

the control section outputs, through the driver circuit, at every flow rate measurement, an output signal where the second frequency of the periodicity change means is changed.

127. (added) A flowmeter according to claim 126, wherein the periodicity change means changes the setting between a case where there is a second frequency and a case where there is not a second frequency.

128. (added) A flowmeter according to claim 126, wherein the periodicity change means changes the phase setting of the second frequency.

129. (added) A flowmeter according to claim 126, wherein the periodicity change means changes the frequency setting of the second frequency.

130. (added) A flowmeter according to claim 123, wherein:  
the periodicity change means includes a delay section in which different delay times can be set; and  
the control section changes a delay time set in the

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

delay section every time transmission or reception of an ultrasonic wave is detected.

131. (added) A flowmeter according to any of claims 122 or 123, wherein the width of a cycle of the frequency changed by the periodicity change means is a multiple of a value corresponding to a propagation time variation which is caused by a measurement error.

132. (added) A flowmeter according to any of claims 122 or 123, wherein a width of a cycle of the frequency changed by the periodicity change means is equal to a cycle of a resonance frequency of the ultrasonic wave transducers.

133. (added) A flowmeter according to any of claims 122 or 123, wherein the order of patterns for changing the periodicity is the same for both measurement in an upstream direction and measurement in a downstream direction.

134. (added) A flowmeter according to claim 123, wherein the predetermined number of times is a multiple of a change number of the periodicity change means.

135. (added) A flowmeter, comprising:

- a flow rate measurement section through which fluid to be measured flows;

- a pair of ultrasonic wave transducers provided in the flow rate measurement section for transmitting/receiving an ultrasonic wave;

- a driver circuit for driving one of the ultrasonic wave transducers;

- a reception detecting circuit connected to the other one of the ultrasonic wave transducers for detecting an

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

ultrasonic wave pulse;

a first timer for measuring a propagation time of the ultrasonic wave pulse;

a second timer for measuring a time period from a time when the reception detecting circuit detects a receipt of the ultrasonic wave pulse to a time when a value of the first timer changes;

a control section for controlling the driver circuit; and

a calculation section for calculating a flow rate of the fluid to be measured, based on outputs from the first timer and second timer,

wherein the second timer is corrected by the first timer.

136. (added) A flowmeter according to claim 135, further comprising a temperature sensor, wherein the second timer is corrected by the first timer when an output from the temperature sensor varies so as to be equal to or greater than a set value.

137. (added) A flowmeter according to claim 135, further comprising a voltage sensor, wherein the second timer is corrected by the first timer when an output from the voltage sensor varies so as to be equal to or greater than a set value.

138. (added) A flowmeter, comprising:

a flow rate measurement section through which fluid to be measured flows;

a pair of ultrasonic wave transducers provided in the flow rate measurement section for transmitting/receiving an ultrasonic wave;

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

a driver circuit for driving one of the ultrasonic wave transducers;

a reception detecting circuit connected to the other one of the ultrasonic wave transducers for detecting an ultrasonic wave pulse;

a control section for controlling the driver circuit for a predetermined number of times so as to drive the one of the ultrasonic wave transducers again based on an output from the reception detecting circuit;

a timer for measuring an elapsed time for the predetermined number of times;

a calculation section for calculating a flow rate of the fluid to be measured based on an output from the timer; and

periodicity stabilizing means for sequentially changing a driving method of the driver circuit,

wherein the control section controls the periodicity stabilizing means such that a measurement frequency is always maintained to be constant.

139. (added) A flowmeter according to claim 138, wherein: the periodicity stabilizing means includes a delay section in which different delay times can be set; and the control section changes an output timing of the driver circuit by switching the delay times set in the delay section.

140. (added) A flowmeter according to claim 138, wherein the control section controls the driver circuit such that a measurement time is maintained to be constant.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



REPLY TO WRITTEN OPINION

To: Examiner of the Patent Office

1. Identification of International Application  
PCT/JP00/04165

2. Applicant

Name: MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.

Address: 1006, Oaza Kadoma, Kadoma-shi,  
Osaka 571-8501 Japan

Country of nationality: Japan

Country of residence: Japan

3. Agent

Name: (7828) YAMAMOTO Shusaku

Address: Fifteenth Floor, Crystal Tower, 2-27, Shiromi  
1-chome, Chuo-ku, Osaka-shi,  
Osaka 540-6015 Japan

4. Date of Notification:

April 10, 2001

5. Subject Matter of Argument

(1) Added claim 70 is based on the features of deleted claim 1.

Claim 70 defines a feature that "the number of times (number of repetition times) transmission/reception is repeated is changed according to the frequency at which the flow rate of the fluid varies". With this feature, even when the frequency at which the flow rate of the fluid varies is changed, such a change can be followed. As a result, an

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

influence of a flow rate variation is reduced, and measurement can be performed with a high accuracy.

Document 1 (Japanese Laid-Open Publication No. 9-304139) does not teach or suggest the above feature. Document 1 merely discloses that the number of repetition times is changed according to a measured value of flow rate calculation means (i.e., flow rate value).

(2) Added claim 82 is based on the features of deleted claim 12.

Claim 82 defines a feature that "an output from the transmission/reception means is used for detecting a flow rate of the fluid and for detecting a pressure variation in a flow path". With this feature, the apparatus structure can be simplified, and accordingly, the apparatus size can be decreased. In addition, it is not necessary to form another hole for detecting a pressure. As a result, leakage of the fluid can be reduced.

Document 2 (Japanese Laid-Open Publication No. 11-44563) does not teach or suggest the above feature. Document 2 merely discloses an apparatus structure wherein means for detecting a pressure variation is provided in addition to transmission/reception means (7A, 7B).

(3) Added claim 96 is based on the features of deleted claim 25.

Claim 96 defines a feature that "measurement monitoring means monitors a time signal relevant to a measurement timing of each means or monitors the number of times that the

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

transmission/reception of the signal is repeated". With this feature, it is possible to determine whether or not starting or ending of the measurement is performed in a normal manner.

Document 3 (Japanese Laid-Open Publication No. 8-304135) does not teach or suggest the above feature. An object to be monitored which is disclosed in document 3 is different from that defined in claim 96.

(4) Added claim 110 is based on the features of deleted claim 39.

Claim 110 defines a feature that "a stable flow rate of the fluid is calculated using different flow rate calculation programs according to a determination result of the pulse determination means". With this feature, it is possible to obtain a correct flow rate value by calculation processing based on the flow rate calculation programs.

Document 4 (Japanese Laid-Open Publication No. 8-271313) does not teach or suggest the above feature. Document 4 merely discloses an apparatus structure wherein flow rate measurement hardware is switched according to a result of pulse determination.

(5) Added claim 111 is based on the features of deleted claim 40.

Claim 111 defines a feature that "a pulse component of an instantaneous flow rate of the fluid is removed by digital-filter processing of an instantaneous flow rate of

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

the fluid". With this feature, it is possible to measure a correct flow rate even in a flow of the fluid where a pulse occurs.

Document 5 (US-5513535) does not teach or suggest the above feature. In document 5, an object of the filter processing is not an instantaneous flow rate of a fluid. In document 5, an instantaneous flow rate of the fluid is detected by using a filter-processed result.

(6) Added claims 122 and 123 are based on the features of deleted claim 52.

Claims 122 and 123 define a feature that "periodicity change means changes a driving method of a driver circuit which drives an ultrasonic wave transducer".

Document 6 (Japanese Laid-Open Publication No. 63-5217) does not teach or suggest the above feature.

(7) Added claim 135 is based on the features of deleted claim 64. Added claim 138 is based on the features of deleted claim 67.

In the Written Opinion, it was recognized that claims 64 and 67 "possess" novelty, an inventive step, and industrial applicability. Therefore, claims 135 and 138 should be recognized to "possess" novelty, an inventive step, and industrial applicability.

(8) With the above grounds, claims 70-140 should be recognized to "possess" novelty, an inventive step, and industrial applicability.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2001年1月4日 (04.01.2001)

PCT

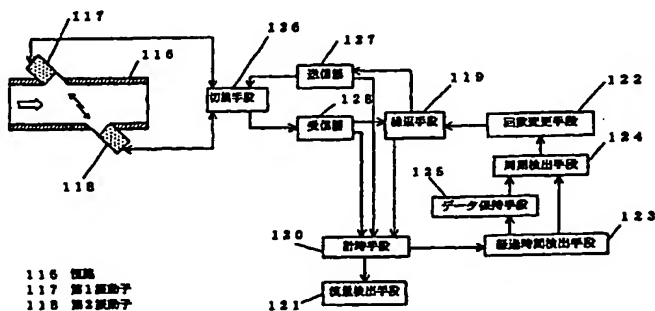
(10) 国際公開番号  
WO 01/01081 A1

- (51) 国際特許分類: G01F 1/66 (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 梅景康裕 (UMEK-AGE, Yasuhiro) [JP/JP]; 〒520-3035 滋賀県栗太郡栗東町霊仙寺525 Shiga (JP). 長岡行夫 (NAGAOKA, Yuki) [JP/JP]; 〒619-0223 京都府相楽郡木津町相楽台5-20-25 Kyoto (JP). 江口 修 (EGUCHI, Osamu) [JP/JP]; 〒636-0063 奈良県北葛城郡河合町久美ヶ丘2-5-6 Nara (JP). 安倍秀二 (ABE, Shuji) [JP/JP]; 〒631-0062 奈良県奈良市帝塚山2丁目21-37-201 Nara (JP). 中林裕治 (NAKABAYASHI, Yuji) [JP/JP]; 〒631-0845 奈良県奈良市宝来1-4 A-222 Nara (JP). 黄地謙三 (OHJI, Kenzo) [JP/JP]; 〒630-0221 奈良県生駒市さつき台1-680-72 Nara (JP). 芝 文一 (SHIBA, Fumikazu) [JP/JP]; 〒630-8115 奈良県奈良市大宮町2-3-7-204 Nara (JP). 足立明久 (ADACHI, Akihisa) [JP/JP]; 〒215-0021 神奈川県川崎市麻生区上麻生5-40-1-306 Kanagawa (JP). 橋本雅彦 (HASHIMOTO, Masahiko) [JP/JP]; 〒145-0016 東京都大田区石川町2-3-16-311 Tokyo (JP). 佐藤利春 (SATO, Toshiharu) [JP/JP]; 〒214-0036 神奈川県川崎市多摩区南生田4-8-7-203 Kanagawa (JP). 藤井裕史 (FUJII, Yuji) [JP/JP]; 〒630-0212 奈良県生駒市辻町879-14 Nara (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/04165
- (22) 国際出願日: 2000年6月23日 (23.06.2000)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願平11/177952 1999年6月24日 (24.06.1999) JP  
特願平11/182995 1999年6月29日 (29.06.1999) JP  
特願2000/34677 2000年2月14日 (14.02.2000) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).

[続葉有]

(54) Title: FLOWMETER

(54) 発明の名称: 流量計



116...流路  
117...第1振動子  
118...第2振動子  
126...SWITCHING MEANS  
127...TRANSMITTER  
128...RECEIVER  
119...REPEATING MEANS  
122...NUMBER-OF-REPETITIONS CHANGING MEANS  
124...PERIOD MEASURING MEANS

125...DATA HOLDING MEANS  
120...TIME MEASURING MEANS  
121...FLOW RATE MEASURING MEANS  
123...ELAPSED TIME MEASURING MEANS  
116...PASSAGE  
117...FIRST VIBRATOR  
118...SECOND VIBRATOR

(57) Abstract: To solve the problems, a flowmeter comprises transmitting/receiving means adapted for transmission/reception using the variation of the state of a fluid and provided in a passage, repeating means for repeating the transmission and reception, time measuring means for measuring the propagation time repeated by the repeating means, a flow rate measuring means for measuring the rate of flow according to the value measured by the time measuring means, and number-of-repetitions changing means for changing the number of repetitions to a predetermined number. The influence of the variation of the flow can be suppressed by changing the number of repetitions to a number suitable for the variation, and thus stable flow rate measurement with high accuracy is possible.

[続葉有]

WO 01/01081 A1



(74) 代理人: 山本秀策(YAMAMOTO, Shusaku); 〒540-6015 大阪府大阪市中央区城見一丁目2番27号 クリスタルタワー15階 Osaka (JP).

(81) 指定国(国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) 指定国(広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

本発明は上記課題を解決するために、流路に設けられて流体の状態変化を用いて送受信する送受信手段と、前記送受信を繰返し行う繰返手段と、前記繰返手段で繰り返される伝搬時間を計測する計時手段と、前記計時手段の値に基づいて流量を検出する流量検出手段と、所定の繰返し回数に変更する回数変更手段を備えている。これにより、変動に適した繰返し回数を変更することで流れの変動による影響を抑制することができ安定した流量計測を高精度で実現できる。

## 明 細 書

## 流量計

## 技術分野

- 5       本発明は、液体や気体の流量を計測する流量計に関し、圧力変動や温度変化がある場合にも精度よく流量値を計測する手段に関するものである。

## 背景技術

- 10       従来、この種の流量計は、例えば特開平 9 - 1 5 0 0 6 号公報が知られており、図 6 4 に示すように、ガス流量を計測するアナログフローセンサ 1 から所定の第 1 サンプル時間毎に計測値を読み取るサンプリングプログラム 2 と、所定時間におけるガス消費流量を算出するガス消費量算出プログラム 3 と、第 1 サンプル時間に所定時間内で第 2 サンプル時間毎にアナログフローセンサの計測値を読み出してその平均値を演算する平均値演算プログラム 4 と、フローセンサの出力から圧力変動の周期を推定する圧力変動周期推定プログラム 5 と、メモリーとしての RAM 6 で構成されていた。ここで、7 a はそのプログラムを実行する CPU、7 b は前記各プログラムを記憶しておくメモリーの ROM である。
- 15       この構成により、所定計測時間がポンプの振動周期の 1 周期以上、またはその周期の倍数であるように計測処理するものであり、平均化することで流量に変動が抑制するものである。
- 20

- また、他の従来例として、特開平 1 0 - 1 9 7 3 0 3 号公報のようなものが知られていた。図 6 5 に示すように、流量を検出する流量検出手段 8 と、流れの変動周期を検出する周期検出手段 9 と、流量検出の測定時間を前記周期のほぼ整数倍に設定する測定時間変更手段 1 0 を備えた構成である。ここで、1 1 は流量演算手段、1 2 は計測開始手段、1 3 は信号処理手段、1 4 は流路である。この構成により、変動波形の周期に合わせて流量を計測して短時間に正確な流量計測を行
- 25

うものである。

また、他の従来例として、特開平 1 1 - 4 4 5 6 3 号公報のようなものが知られていた。図 6 6 に示すように、流量を検出する流量検出手段 1 5 と、流体の変動波形を検出する変動検出手段 1 6 と、流量検出手段の測定を変動波形の交流成分のゼロ付近で開始する脈動計測手段 1 7 と、流量検出手段の信号を処理する流量演算手段 1 8 を備えた構成である。ここで、1 9 は信号処理回路、2 0 は計時回路、2 1 はトリガ回路、2 2 は送信回路、2 3 は比較回路、2 4 は増幅回路、2 5 は切換器、2 6 は計測開始信号回路、2 7 は起動手段、2 8 は流路である。この構成により、変動波形の平均付近の流量を計測して短時間に正確な流量計測を行うものである。

また、他の従来例として、特開平 8 - 2 7 1 3 1 3 号公報のようなものが知られていた。図 6 7 に示すように、フローセンサ計測 (2 9) で検出した流量値があるか否かを確認し (3 0)、流量があるまでは先に進まず、フローセンサにより計測を続ける。そして、流量がある場合で、流量  $Q$  が規定値以上か否かを判別し (3 1)、規定値以上の場合において、圧力変動が所定値  $C_f$  を超えるか否かを判別する (3 2)。そして、圧力変動が所定値  $C_f$  を超えない場合は、フルイデック式流量計の圧電膜センサで計測 3 4 を行う。また、圧力変動が所定値  $C_f$  を超える場合は、第 2 の規定値を超えるか否かを判別し (3 3)、第 2 の規定値を超える場合は、フルイデック式流量計の圧電膜センサで計測 (3 4) を行う。また、第 2 の規定値未満の場合は、フローセンサで計測 (2 9) を行うものである。

また、図 6 8 に示すように、流量測定部 5 0 に超音波振動子 5 1 および 5 2 を流れの方向に相対して設置し、制御部 5 3 はタイマ 5 4 をスタートさせると同時に駆動回路 5 5 に発信信号を出力する。駆動回路 5 5 の出力を受けた超音波振動子 5 1 から超音波を送信し、超音波振動子 5 2 で受信する。そして、超音波振動子 5 2 の出力を受けた受信検知回路 5 6 で超音波を検知しタイマ 5 4 をストップ

させる。この動作によって超音波が超音波振動子 5 1 より送信されてから超音波振動子 5 2 に検知されるまでの時間 ( $t_1$ ) を測定する。次に制御部 5 3 の信号によって切替回路 5 8 を動作させ、駆動回路 5 5 と超音波振動子 5 2 とを接続し受信検知回路 5 6 と超音波振動子 5 1 とを接続させる。この状態で再度超音波の送受信を行い超音波が超音波振動子 5 2 から送信されてから超音波振動子 5 1 に検知されるまでの時間 ( $t_2$ ) を測定する。この 2 つの伝搬時間 ( $t_1$ )、( $t_2$ ) から演算部 5 7 において伝搬時間の逆数差から流量を求めている。

この種の流量計の従来例としては、特開平 6-269528 号公報のようなものが知られていた。

しかしながら上記従来技術の第 1 の引例では、平均値を用いてガス流量を計測するもので、安定した平均値を得るには長時間の計測が必要で、瞬時の流量計測は困難という課題があった。また、第 2 の引例では、周期が変動した場合に適応できないという課題があった。また、第 3 の引例と第 4 の引例では、圧力変動のある無しで流量計測の方法を変えるもので、圧力計測手段および流量計測手段の 2 つの手段を備えなければならないという課題があった。そして、第 1 から 4 の引例では、計測に異常が生じたときには計測できないか精度が低下した状態で計測されるという課題があった。

しかしながら上記従来の構成では、受信時に測定周期あるいは超音波の送信周期に同期した雑音が存在すると、伝搬時間が同じであれば受信時には常に同じ位相で畳重するため、その雑音は測定誤差として計測され、正確な測定ができないという課題があった。さらに温度変動等によって伝搬時間が変動した場合、畳重する位相が変化し、測定誤差が変動し補正値を一定とできないという課題があった。また測定分解能がタイマ 5 4 の分解能によって決まるので、単に測定値を平均処理したのでは測定精度が上がらず、分解能が必要な測定を行うにはタイマ 5 4 の分解能を高くする必要がある。そして、タイマ 5 4 の動作クロックを高い周波数にすると、消費電流の増大、高周波ノイズの増大、回路の大型化などの問題

があり、低い周波数で動作するタイマ測定での高分解能化を実現し測定精度を向上させるという課題があった。

第5の引例では遅延手段を制御部と駆動回路との間に挿入しこの遅延量を変化させることによって反射波を避けることによって反射波の影響を小さくするものであり、例えば超音波送信時に発生するノイズによって受信側の超音波振動子が振動し、その振動の残響と超音波受信信号が重なることによって生じる受信検知時間の変動を小さくすることはできないという課題があった。

本発明は、上記課題を解決するもので、新しい変動検出装置を用いずに、ソフト的に変動周期を検出して、逐次繰返し回数を変更することで、流れの変動に応じて最適な繰返し回数を設定することができ、圧力変動や変動周期の変化がある場合にも、短時間でかつ安定した計測流量を精度よく計測することを第1の目的としている。また、新しい変動検出装置を用いずに、送受信手段で変動を検出するように切換えるとともに、変動に同期した計測処理を行うことで、精度の高い流量計測を瞬時に行うことを第2の目的としている。また、計測監視手段によって異常を素早く見つけ計測を的確に処理することで、計測処理に異常が発生したときにも精度の高い流量計測を行うことを第3の目的としている。また、瞬時流量計測手段とデジタルフィルター手段を用いることで、短時間で安定した精度の高い流量計測を行うことを第4の目的としている。また、温度変動がある場合にも、精度よく流量値を計測することを第5の目的としている。

## 発明の開示

本発明は上記課題を解決するために、流路に設けられて流体の状態変化を用いて送受信する送受信手段と、前記送受信を繰返し行う繰返手段と、前記繰返手段で繰り返される伝搬時間を計測する計時手段と、前記計時手段の値に基づいて流量を検出する流量検出手段と、所定の繰返し回数に変更する回数変更手段を備えた構成とした。そして、変動に適した繰返し回数に変更することで、流れの変

動による影響を抑制することができ、安定した流量計測を高精度で実現できる。

また、流体の状態変化として音波の伝搬を用いた一対の送受信手段を備えた。そして、音波の送受信手段を用いることで、流体の状態変化があった場合でも音波の伝搬を行うことができ、変動に適した繰返し回数に変更することで精度よく安定して流量計測を行うことができる。

また、流体の状態変化として熱の伝搬を用いた送受信手段を備えた。そして、熱の送受信手段をもちいることで、流体の状態変化があった場合でも熱の伝搬を行うことができ、変動に適した繰返し回数を変更することで精度よく安定して流量計測を行うことができる。

また、繰返手段で繰返し計測する伝搬時間の途中情報を検出する経過時間検出手段と、前記経過時間検出手段の情報から流量変動の周期を検出する周期検出手段と、前記周期検出手段で検出された周期のほぼ整数倍の測定時間に設定する回数変更手段とを備えた構成とした。そして、特定の検出手段を必要とせず、流量検出を行う前に計時手段の途中情報から周期を検出して周期の整数倍とすることができるので、流量計測は安定して精度よく計測することができる。

また、経過時間検出手段により得られた繰返し行われる送受信の各伝搬時間を少なくとも1個以上保持するデータ保持手段と、前記データ保持手段により保持されたデータと計測された伝搬時間のデータを比較することによって周期を検出する周期検出手段を備えた構成とした。そして、データ保持手段によって瞬時瞬時の計時情報を保持し比較することで周期を検出することができる。

また、回数変更手段は、所定の処理の時に動作する構成とした。そして、所定の処理の時のみに行うことで、必要最低限の処理にすることができ消費電力を大幅に低減することができる。

また、回数変更手段は、所定流量計測のたびに動作する構成とした。そして、所定流量計測のたびに行うことで、激しく変動する流れにおいても安定して流量を精度よく計測することができる。

また、回数変更手段は、流量計測処理の前に行われる構成とした。そして、流量計測を行う前に繰返し回数を所定の回数に設定するので、流量計測は安定して精度よく行える。

5 また、所定処理は、計測流量から流量の異常を判別する異常判別手段と、計測流量から流量の使用状況を管理する流量管理手段とを行う構成とした。そして、異常判別や流量管理の処理の時のみとすることで、回数変更を行う処理を最低限押さえられ低消費電力とすることができる。

10 また、周期検出手段で得られた周期に合せた繰返し回数は、次回の流量計測時に使用される構成とした。そして、次回の計測に使用することで、周期検出のための繰返し計測が不要となり、低消費電力とすることができる。

また、計測流量が所定流量未満の時に、回数変更手段を動作させる構成とした。そして、所定流量以下の時のみ行うことで、大流量時には処理せず低消費電力とすることができる。

15 また、流路に設けられて流体の状態変化を送受信する送受信手段と、前記送受信手段で送受信される伝搬時間を計測する計時手段と、前記計時手段の値に基づいて流量を検出する流量検出手段と、前記送受信手段で流路内の変動を計測する変動検出手段と、前記変動検出手段の変動のタイミングに同期して計測を開始する計測制御手段とを備えた。そして、送受信手段で流路内の変動を計測することによって、変動検出用の別センサを設ける必要がなく、小型化や流路などを簡素化することができるとともに、変動が発生した場合でも短時間で安定して精度よく流量が計測できる。

20 また、流体の状態変化として音波の伝搬を用いた一对の送受信手段を備えた。そして、流体の状態変化を音波の送受信手段で検出することができ、変動のタイミングに同期して計測を開始することで精度よく安定して流量計測を行うことができる。

また、流体の状態変化として熱の伝搬を用いた送受信手段を備えた。そして、



流体の状態変化を熱の送受信手段で検出することができ、変動のタイミングに同期して計測を開始することで精度よく安定して流量計測を行うことができる。

また、流路に設けられて音波を送受信する第 1 振動手段および第 2 振動手段と、前記第 1 振動手段および第 2 振動手段の送受信の動作を切換える切換手段と、前記第 1 振動手段および第 2 振動手段の少なくとも一方で流路内の圧力変動を検出する変動検出手段と、前記第 1 振動手段および第 2 振動手段で送受信される音波の伝搬時間を計測する計時手段と、前記変動検出手段の出力が所定変化した時に流路の上流側の第 1 振動手段から下流側の第 2 振動手段に伝搬する第 1 計時時間  $T_1$  を前記計時手段が測定し、また、前記変動検出手段の出力が前記所定変化と逆に変化した時には流路の下流側の第 2 振動手段から上流側の第 1 振動手段に伝搬する第 2 計時時間  $T_2$  を前記計時手段が測定する制御を行う計測制御手段と、前記第 1 計時時間  $T_1$  と前記第 2 計時時間  $T_2$  を用いて流量を算出する流量検出手段とを備えた構成とした。そして、圧力変動の変化が逆になるタイミングで計測することで、圧力変動と計測するタイミングの位相をずらすことができ、圧力変動による計測誤差を相殺することができる。

また、変動検出手段の出力が所定変化した時に第 1 計時時間  $T_1$  の測定を開始し、前記変動検出手段の出力が前記所定変化と逆に変化した時に第 2 計時時間  $T_2$  の測定を開始する計測制御と、回目の計測時は、変動検出手段の出力が前記所定変化と逆に変化した時に第 1 計時時間  $T_1$  の測定を開始し、前記変動検出手段の出力が所定変化した時に第 2 計時時間  $T_2$  の測定を開始計測制御を行う計測制御手段と、計測開始を交互に変更しながら前回の第 1 計時時間  $T_1$  と第 2 計時時間  $T_2$  を用いて求めた第 1 流量と、回目の第 1 計時時間  $T_1$  と第 2 計時時間  $T_2$  を用いて求めた第 2 流量を逐次平均処理することにより流量を算出する流量検出手段を備えた構成とした。そして、計測するタイミングを前述のように変えて第 1 計時時間  $T_1$  と第 2 計時時間  $T_2$  することで、圧力変動が高圧側、低圧側で非対称となっていて、その圧力変動の影響を相殺することができる。

また、送受信を複数回行う繰返手段を備えた構成とした。そして、計測回数を増加することで平均化することができ、安定した流量計測を行うことができる。

また、変動周期の整数倍時間にわたって送受信を複数回行う繰返手段を備えた構成とした。そして、変動周期で計測することで圧力変動が平均化され安定した流量を計測することができる。

また、変動検出手段の出力が所定変化した時に送受信計測を開始し、前記変動検出手段の出力が前記所定変化と同じ変化をするまで繰返し音波の送受信計測を行う繰返手段を備えた。そして、計測の開始と停止を圧力変動の周期と一致させることができるので、変動周期で計測することができ圧力変動が平均化され安定した流量を計測することができる。

また、第1振動手段および第2振動手段を、音波の送受信に用いる場合と、圧力変動の検出に用いる場合を切替える選択手段を備えた構成とした。そして、第1振動手段および第2振動手段の少なくとも一方を圧力検出に使用することができ、流量計測と圧力計測を両立することができる。

また、変動波形の交流成分のゼロ付近を検出する変動検出手段を備えた構成とした。そして、変動のゼロ成分付近で変動を検出することで流量計測を行う時間の範囲が変動ゼロ付近から計測を開始することができ、変動の少ない時間内に流量計測を行うことで流体変動時の計測を安定化することができる。

また、変動検出手段の信号の周期を検出する周期検出手段と、前記周期検出手段の検出した周期が、所定の周期の時にのみ計測を開始する計測制御手段を備えた構成とした。そして、所定周期の時のみに計測を開始することで、所定の変動時に計測が行え、安定した流量を計測することができる。

また、変動検出手段の信号が検出できなかった時は、所定時間後に計測を自動的にスタートする検出解除手段を備えた構成とした。そして、変動がなくなった場合でも所定時間がくれば自動的に流量を計測することができる。

また、送受信手段および第1振動手段および第2振動手段は、圧電式振動子が

らなる構成とした。そして、圧電式振動子とすることで超音波を送受信に用いながら、かつ圧力変動も検出することができる。

また、流路に設けられて流体の状態変化を用いて送受信する送受信手段と、前記送受信手段の信号伝搬を繰返し行う繰返手段と、前記繰返手段で繰り返される間の伝搬時間を計測する計時手段と、前記計時手段の値に基づいて流量を検出する流量検出手段と、流路内の流体変動を検出する変動検出手段と、前記各手段を制御する計測制御手段と、前記各手段の異常を監視する計測監視手段とを備えた。そして、流路内の流れに変動がある場合、その変動に合わせて流量を計測するとともに計測監視手段によって異常を素早く検出することができるので、異常時の処置が的確に行え、計測値が安定し精度よく流量が計測でき信頼性を向上することができる。

また、流体の状態変化として音波の伝搬を用いた一对の送受信手段を備えた。そして、音波を用いることで流体に変動があっても流量計測が行えると共に、計測監視手段によって異常時の処置が的確に行え信頼性を向上することができる。

また、流体の状態変化として熱の伝搬を用いた送受信手段を備えた。そして、熱伝搬を用いることで流体に変動があっても流量計測が行えると共に、計測監視手段によって異常時の処置が的確に行え信頼性を向上することができる。

また、流路に設けられて音波を送受信する1対の送受信手段と、前記送受信手段の信号伝搬を繰返し行う繰返手段と、前記繰返手段で繰り返される間の音波の伝搬時間を計測する計時手段と、前記計時手段の値に基づいて流量を検出する流量検出手段と、流路内の流体変動を検出する変動検出手段と、前記各手段を制御する計測制御手段と、前記計測制御手段の指示信号後、前記変動検出手段の第1出力信号時に音波の送信開始を指示する開始信号と、前記変動検出手段の第2出力信号時に音波の送受信の繰返終了を指示する終了信号と、前記開始信号と前記終了信号の異常を監視する計測監視手段とを備えた。そして、流路内の流れに変動がある場合、その変動周期に同期して計測するとともに計測監視手段によって

異常を検出することができるので、計測値が安定し精度よく流量が計測でき、かつ異常時の処置が的確に行へ、計測流量値の信頼性を向上することができる。

また、計測制御手段の指示の後、所定時間内に開始信号が発生しなかった時、所定時間後に音波の送信開始を指示する計測監視手段を備えた。そして、変動がなく所定時間内に開始信号がない場合でも、所定時間ごとに流量を計測することができるとともに、データの欠落を防止することができる。

また、計測制御手段の指示の後、所定時間内に開始信号が発生しなかった時、所定時間後に音波の送信開始を指示し、所定の繰返し回数で計測を行う計測監視手段を備えた。そして、変動がなく所定時間内に開始信号がない場合でも、所定時間ごとに所定の繰返し回数で流量を計測することができるとともに、データの欠落を防止することができる。

また、計測制御手段の指示の後、所定時間内に開始信号が発生しなかった時、次の計測制御手段の指示まで計測を行わない計測監視手段を備えた。そして、次の計測指示まで待機することで、無駄な計測を止め消費電力の節減を行うことができる。

また、開始信号の後、所定時間内に終了信号が発生しなかった時、音波の受信を終了する計測監視手段を備えた。そして、強制的に終了することで終了待ちで計測が停止することがなく、次の処理に進むことができ、安定した計測動作が行える。

また、開始信号の後、所定時間内に終了信号が発生しなかった時、音波の受信を終了して、再度開始信号を出力する計測監視手段を備えた。そして、強制的に終了することで終了待ちで計測が停止することがなく、再度開始信号を出力することで再計測を行い、安定した計測動作が行うことができる。

また、繰返し回数が異常になったとき、送受信の処理を停止する計測監視手段を備えた。そして、繰返し回数が異常の時は、計測を停止することによって精度のよいデータのみを使用して流量計測を行うことができる。

また、1対の送受信手段のうち、一方の送受信手段から送信を行い他方の送受信手段で受信する計測時の第1繰返し回数と、他方の送受信手段から送信を行い一方の送受信手段で受信する計測時の第2繰返し回数を比較し、両繰返し回数の差が所定回数以上の時、再度開始信号を出力する計測監視手段を備えた。そして、  
5 繰返し回数が大きく異なる時は再計測を行うことで、変動周期が安定した状態で計測することで精度の高い流量計測を行うことができる。

また、1対の送受信手段のうち、一方の送受信手段から送信を行い他方の送受信手段で受信する計測時の第1繰返し回数と、他方の送受信手段から送信を行い一方の送受信手段で受信する計測時の第2繰返し回数は同じ回数になるように設定する繰返手段を備えた。そして、同じ繰返し回数とすることで、変動周期が不安定な場合でも所定の流量計測を行うことができる。

また、再度開始信号を出力する回数は所定回数までとし、永久に繰返すことがないように監視する計測監視手段を備えた。そして、再計測の回数を制限することで無限に処理が続くことがないようにして安定した流量計測を行うことができる。

また、超音波の送受信を複数回繰返して計測した伝搬時間の逆数差から流量を計測することとした。そして、超音波を用いることで、流路内の変動周波数の影響を受けずに送受信が可能で、かつ送受信を繰返して伝搬時間を計測した時間の逆数差から流量を計測することで、周期の長い変動でも1周期単位で計測することができるとともに、逆数差により変動による伝搬時間の差を相殺することができる。  
20

また、瞬時流量を検出する瞬時流量検出手段と、流量値が脈動しているか否か判別する脈動判別手段と、前記脈動判別手段の判定結果によって異なった手段を用いて流量値を算出する少なくとも1つ以上の安定流量算出手段を備えた。そして、計測流量の変動を判別して流量の算出手段を切換えることで、変動量に応じて一つの流量計測手段で安定した流量の算出が可能とすることができる。  
25

また、瞬時流量を検出する瞬時流量検出手段と、流量値をデジタルフィルター

処理するフィルター処理手段と、前記フィルター処理手段によって流量値を算出する安定流量算出手段を備えた構成とした。そして、デジタルフィルター処理することによって、平均処理相当の算術計算が多くのデータ用メモリーを使用せずに行うことができるとともに、フィルター係数という一つの変数を変更することで、フィルター特性を変更することができる。

また、脈動判別手段が脈動と判別した時に、流量値をデジタルフィルター処理手段によって安定値を算出する安定流量算出手段を備えた。そして、脈動時には、急峻なフィルター特性とすることで大きな脈動を安定させることができるとともに、脈動時のみフィルター処理することが可能である。

また、脈動判別手段は、流量値の変動幅が所定値以上か否かを判別する構成とした。そして、脈動の変動幅によって判別することで脈動の変動幅に応じてフィルター処理を変更することができる。

また、フィルター処理手段は、流量値の変動幅によってフィルター特性を変更する構成とした。そして、変動幅によってフィルター特性を変更することで、小さい変動時には緩やかなフィルター特性として流量の変動に速やかに変動できるようにするとともに、大きい変動時には、急峻なフィルター特性とすることで脈動による流量の変動を大きく抑制することができる。

また、瞬時流量検出手段が検出した流量値が、低流量時にのみフィルター処理を行う構成とした。そして、低流量時にのみフィルター処理を行うことで大流量時の流量変化に素早く対応するとともに、低流量時の脈動の影響を大幅に抑制することができる。

また、フィルター処理手段は、流量値によってフィルター特性を変更する構成とした。そして、流量値によってフィルター特性を変更することで、低流量時にのみフィルター処理を行うことで大流量時の流量変化に素早く対応するとともに、低流量時の脈動の影響を大幅に抑制することができる。

また、フィルター処理手段は、瞬時流量検出手段の流量時間の間隔によってフ

ィルター特性を変更する構成とした。そして、流量検出時間の間隔によってフィ  
ルター特性を変更することで、計測間隔が短いときは、緩やかなフィルター特性  
で、間隔が広いときには急峻なフィルター特性で変動を抑えることができる。

また、大流量値の時には、フィルター特性のカットオフ周波数が高くなるよう  
5 に変更し、低流量時には、カットオフ周波数が低いフィルター特性を持つように  
変更するフィルター処理手段を備えた。そして、大流量時には、応答性が速くな  
り、低流量時には脈動を抑制する処理とすることができる。

また、安定流量算出手段により算出した流量値の変動幅が所定値以内になるよ  
うにフィルター特性を変更する構成とした。そして、変動値が所定値内になるよ  
10 うにフィルター特性を変更することによって、流量変動を常に所定値以下に抑制  
することができる。

また、超音波により流量を検出する超音波流量計を瞬時流量検出手段とした。  
そして、超音波流量計を用いることで、大幅な流量変動が発生しても瞬時流量を  
計測することができるので、その流量値から算術により安定流量を求めることが  
15 できる。

また、熱式流量計を瞬時流量検出手段とした。そして、熱式流量計を用いるこ  
とで、大幅な流量変動が発生しても瞬時流量を計測することができるので、その  
流量値から算術により安定流量を求めることができる。

また、被測定流体が流れる流量測定部と、この流量測定部に設けられ超音波を  
20 送受信する一対の超音波振動子と、一方の前記超音波振動子を駆動する駆動回路  
と、他方の前記超音波振動子に接続され超音波信号を検知する受信検知回路と、  
前記超音波信号の伝搬時間を測定するタイマと、前記駆動回路を制御する制御部  
と、前記タイマの出力より流量を演算によって求める演算部と、駆動回路の駆動  
方法を順次変更する周期性変更手段とを備え、測定の周期が一定とならないよう  
25 に前記制御部が流量計測における周期を順次変更するよう前記周期性変更手段を  
制御する。このため測定周期あるいは超音波の送信周期に同期した雑音が受信の

時に常に同じ位相に存在せず分散されるので、測定誤差を小さくすることができる。

また、被測定流体が流れる流量測定部と、この流量測定部に設けられ超音波を送受信する一対の超音波振動子と、一方の前記超音波振動子を駆動する駆動回路と、他方の前記超音波振動子に接続され超音波信号を検知する受信検知回路と、受信検知回路の出力をうけ再度超音波振動子を駆動するよう前記駆動回路を所定回数制御する制御部と、前記所定回数の経過時間を測定するタイマと、前記タイマの出力より流量を演算によって求める演算部と、駆動回路の駆動方法を順次変更する周期性変更手段とを備え、周期が一定とならないように制御部は前記受信検知回路の出力を受けると前記受信検知回路の受信検知ごとに周期性変更手段を変更する。1回の流量測定の中で周期変更手段を複数の設定で動作させ測定できるので、雑音分散平均化した測定結果となり安定した測定結果を得ることができる。

また、周期性変更手段を複数の周波数の出力信号を切り替え出力する構成とし、制御部は計測ごとに前記周期性変更手段の周波数設定を変更し駆動回路の駆動周波数を変更するよう制御するので、駆動周波数変更によって受信検知タイミングを駆動信号の周期変動に相当する時間変化させることができる。このため測定周期あるいは超音波の送信周期に同期した雑音が受信の時に常に同じ位相に存在せず、分散されるので、測定誤差を小さくすることができる。

また、周期性変更手段を同じ周波数で複数の位相を持った出力信号を出力する構成とし、制御部は計測ごとに前記周期性変更手段の出力信号の位相設定を変更し駆動回路の駆動位相を変更するよう制御するので、駆動位相変更によって受信検知タイミングを駆動信号の位相変動を時間に換算した時間変化させることができる。このため測定周期あるいは超音波の送信周期に同期した雑音が受信の時に常に同じ位相に存在せず、分散されるので、測定誤差を小さくすることができる。

また、周波数変更手段を超音波振動子の使用周波数である第1周波数と前記第



1 周波数とは異なる第2周波数の信号を重ね合わせて出力する構成とし、制御部は計測毎に前記周期性変更手段の第2周波数の設定を変更した出力信号を前記駆動回路を介して出力するので、流量計測における周期性を乱すことができる。このため測定周期あるいは超音波の送信周期に同期した雑音を受信の時に常に同じ位相に存在せず、分散されるので、測定誤差を小さくすることができる。

また、周期性変更手段は第2周波数がある場合と無い場合の設定を切り替えることによって、送信時の超音波振動子の振動を変え受信検知タイミングを変えるので、流量計測における周期性を乱すことができ、測定周期あるいは超音波の送信周期に同期した雑音を受信の時に常に同じ位相に存在せず、分散されるので、測定誤差を小さくすることができる。

また、周期性変更手段は第2周波数の位相設定を変更するので、送信時の超音波振動子の振動を変え受信検知タイミングを変えるので、流量計測における周期性を乱すことができ、測定周期あるいは超音波の送信周期に同期した雑音を受信の時に常に同じ位相に存在せず、分散・平均化されるので、測定誤差を小さくすることができる。

また、周期性変更手段は第2周波数の周波数設定を変更するので、送信時の超音波振動子の振動を変え受信検知タイミングを変えるので、流量計測における周期性を乱すことができ、測定周期あるいは超音波の送信周期に同期した雑音を受信の時に常に同じ位相に存在せず、分散されるので、測定誤差を小さくすることができる。

また、周期性変更手段は異なる遅延時間が設定可能なディレイ部を備え、制御部は超音波の送信または超音波の受信検知ごとに前記ディレイの設定を変更するので、一回の測定中で直前に送信した超音波の残響や超音波振動子の尾引きの影響を分散させることができ、測定誤差を小さくすることができる。

また、周期変更手段が変更する周期の幅が測定誤差による伝搬時間変動に相当する値の整数倍とするので、全設定を合計し平均をとった時に誤差を最小とする

ことができる。

また、周期変更手段が変更する周期の幅が超音波振動子の共振周波数の周期とするので、全設定を合計を平均した値は、超音波センサの残響や尾引きによって発生する測定誤差が最小となるので、測定誤差を小さくすることができる。

5     また、周期性を変更するパターンの順番を上流方向への測定と下流方向への測定とを同じとするので、上流方向と下流方向への測定が常に同じ条件となり流量変動がある場合の測定結果を安定化することができる。

10     また、所定回数が周期性変更手段の変更数の整数倍であるので、一回の流量計測の中で前記周期性変更手段の全設定値を均一に設定することができ、測定結果を安定させることができる。

15     また、被測定流体が流れる流量測定部と、この流量測定部に設けられ超音波を送受信する一対の超音波振動子と、一方の前記超音波振動子を駆動する駆動回路と、他方の前記超音波振動子に接続され超音波信号を検知する受信検知回路と、前記超音波信号の伝搬時間を測定する第1のタイマと、前記受信検知回路が受信検知してから前記第1のタイマの値が変化するまでの時間を測定する第2のタイマと、前記駆動回路を制御する制御部と、前記第1のタイマ及び前記第2のタイマの出力より流量を演算によって求める演算部を備え、第2のタイマを第1のタイマで補正する構成を備えるものである。そして前記第1のタイマの値から前記第2のタイマの値を引いた値によって流量の演算を行うので、計時分解能は前記第2のタイマと同等になる。そして第2のタイマの動作時間は非常に短いので消費電力を小さくすることができ、分解能の高い流量計を低消費電力で実現することができる。さらに補正後流量測定するまでの間前記第2のタイマが安定に動作すれば正確な流量測定ができるので、前記第2のタイマに長期的な安定性がなくても正確な測定を行うことができる。一般的な部品で容易に高精度の流量計を実現できる。

25

また、温度センサを設け、温度センサの出力が設定値以上変化した時に第2の

タイマを第1のタイマで補正するものである。このため、前記第2のタイマが温度変化に対して特性が変化するものであっても温度変化が起こる都度補正し正確な測定を行うことができる。と同時に、必要なときだけ補正を行うので、消費電力を小さくすることができる。

5       また、回路の電源電圧を検知する電圧センサを設け、電圧センサの出力が設定値以上変化した時に第2のタイマを第1のタイマで補正する構成とするものである。このため、前記第2のタイマが電源電圧変化に対して特性が変化するものであっても電源電圧変化が起こる都度補正し正確な測定を行うことができる。と同時に、定期的に補正を行う必要がないので、消費電力を小さくすることができる。

10       また、被測定流体が流れる流量測定部と、この流量測定部に設けられ超音波を送受信する一対の超音波振動子と、一方の前記超音波振動子を駆動する駆動回路と、他方の前記超音波振動子に接続され超音波信号を検知する受信検知回路と、受信検知回路の出力をうけ再度超音波振動子を駆動するよう前記駆動回路を所定回数制御する制御部と、前記所定回数の経過時間を測定するタイマと、前記タイマの出力より流量を演算によって求める演算部と、駆動回路の駆動方法を順次変更する周期性安定化手段とを備え、制御部は測定周期が常に一定となるように周期性安定化手段を制御するものである。そして、この構成によって、伝搬時間が変化した時であっても測定周期が常に一定になるので、測定周期あるいは超音波の送信周期に同期した雑音が伝搬時間変動に関係なく受信の時に常に同じ位相であるので、測定誤差を一定値とすることができ、非常に長い雑音周期であっても流量計測を安定化することができる。

15       また、制御部は異なる遅延時間が設定可能なディレイ部からなる周期性安定化手段を有し、前記制御部は遅延時間を切り替えて駆動回路の出力タイミングを変更するものである。そして、ディレイ時間を変更することによって測定周期を安定化させるので、超音波振動子の駆動に影響を与えることなく測定周期を安定化  
20       できる。

また、制御部は測定時間を一定とするよう駆動回路を制御するので、一回一回の超音波の伝搬時間を演算すること無く、簡単な演算で測定周期を一定に制御することができる。

5 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の実施の形態 1 の流量計のブロック図である。

図 2 は、同流量計の動作を説明するタイミングチャートである。

図 3 は、同流量計の動作を説明する変動波形図である。

図 4 は、同流量計の動作を示すフローチャートである。

10 図 5 は、同流量計の動作を示すフローチャートである。

図 6 は、本発明の実施の形態 2 の流量計の動作を示すフローチャートである。

図 7 は、本発明の実施の形態 3 の流量計のブロック図である。

図 8 は、同流量計の動作を示すフローチャートである。

図 9 は、同流量計の動作を示す別のフローチャートである。

15 図 10 は、本発明の実施の形態 4 の流量計のブロック図である。

図 11 は、同流量計の動作を示すフローチャートである。

図 12 は、本発明の実施の形態 5 の流量計のブロック図である。

図 13 は、本発明の実施の形態 6 の流量計のブロック図である。

図 14 は、同流量計の構成図である。

20 図 15 は、同流量計の動作を示すタイミングチャートである。

図 16 は、同流量計の動作を示す別のタイミングチャートである。

図 17 は、同流量計の動作を示すフローチャートである。

図 18 は、同流量計の動作を示す別のフローチャートである。

図 19 は、同流量計の別のブロック図である。

25 図 20 は、本発明の実施の形態 7 の流量計の動作を示すタイミングチャートである。

図 2 1 は、同流量計の動作を示すフローチャートである。

図 2 2 は、本発明の実施の形態 8 の流量計の動作を示すタイミングチャートである。

図 2 3 は、同流量計の動作を示すフローチャートである。

5 図 2 4 は、本発明の実施の形態 9 の流量計のブロック図である。

図 2 5 は、同流量計の動作を示すタイミングチャートである。

図 2 6 は、本発明の実施の形態 1 0 の流量計のブロック図である。

図 2 7 は、同流量計の動作を示すフローチャートである。

10 図 2 8 は、本発明の実施の形態 1 1 の流量計の動作を示すタイミングチャートである。

図 2 9 は、本発明の実施の形態 1 2 の流量計の動作を示すタイミングチャートである。

図 3 0 は、同流量計の動作を示すタイミングチャートである。

図 3 1 は、同流量計の動作を示す別のタイミングチャートである。

15 図 3 2 は、本発明の実施の形態 1 3 の流量計を動作を示すタイミングチャートである。

図 3 3 は、本発明の実施の形態 1 4 の流量計の動作を示すタイミングチャートである。

20 図 3 4 は、本発明の実施の形態 1 5 の流量計の動作を示すフローチャートである。

図 3 5 は、本発明の実施の形態 1 6 の流量計の動作を示すフローチャートである。

図 3 6 は、本発明の実施の形態 1 7 の流量計の動作を示すフローチャートである。

25 図 3 7 は、本発明の実施の形態 1 8 の流量計の動作を示すフローチャートである。

図 3 8 は、本発明の実施の形態 1 9 の流量計の動作を示すフローチャートである。

図 3 9 は、本発明の実施の形態 2 0 の流量計の動作を示すフローチャートである。

5 図 4 0 は、本発明の実施の形態 2 1 の流量計の動作を示すフローチャートである。

図 4 1 は、本発明の実施の形態 2 2 の流量計のブロック図である。

図 4 2 は、本発明の実施の形態 2 3 の流量計のブロック図である。

図 4 3 は、同流量計の動作を示すフローチャートである。

10 図 4 4 は、同流量計のデジタルフィルター処理を示すフローチャートである。

図 4 5 は、同流量計の動作を説明するフィルター特性図である。

図 4 6 は、本発明の実施の形態 2 4 の流量計の動作を示すフローチャートである。

15 図 4 7 は、本発明の実施の形態 2 5 の流量計の動作を示すフローチャートである。

図 4 8 は、本発明の実施の形態 2 6 の流量計の動作を示すフローチャートである。

図 4 9 は、本発明の実施の形態 2 7 の流量計の動作を示すフローチャートである。

20 図 5 0 は、本発明の実施の形態 2 8 の流量計の動作を示すフローチャートである。

図 5 1 は、本発明の実施の形態 2 9 の流量計のブロック図である。

図 5 2 は、本発明の実施の形態 3 0 の流量計のブロック図である。

図 5 3 は、同流量計の周期性変更手段のブロック図である。

25 図 5 4 は、同流量計の受信検知タイミングを示す図である。

図 5 5 は、本発明の実施の形態 3 1 の流量計のブロック図である。

図 5 6 は、同流量計の周期性変更手段のブロック図である。

図 5 7 A は、本発明の実施の形態 3 2 の流量計の周期性変更手段のブロック図である。

図 5 7 B は、同流量計の受信検知タイミングを示す図である。

5 図 5 8 は、本発明の実施の形態 3 3 の流量計の周期性変更手段のブロック図である。

図 5 9 は、本発明の実施の形態 3 4 の流量計の周期性変更手段のブロック図である。

10 図 6 0 は、本発明の実施の形態 3 5 の流量計の周期性変更手段のブロック図である。

図 6 1 は、本発明の実施の形態 3 6 の流量計のブロック図である。

図 6 2 は、本発明の実施の形態 3 6 の第 1 のタイマおよび第 2 のタイマの動作を示す図である。

図 6 3 は、本発明の実施の形態 3 7 の流量計のブロック図である。

15 図 6 4 は、従来の流量計のブロック図である。

図 6 5 は、従来の他の流量計のブロック図である。

図 6 6 は、従来の他の流量計のブロック図である。

図 6 7 は、従来の他の流量計の動作を示すフローチャートである。

図 6 8 は、従来の流量計のブロック図である。

20

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。

(実施の形態 1)

25 図 1 は本発明の実施の形態 1 の流量計のブロック図である。図 1 において、1 1 7 は流路 1 1 6 に設けられ流体の状態変化として音波の伝搬を用いて送受信する送受信手段としての第 1 送受信手段、1 1 8 は送受信手段としての第 2 送受信

手段、119は前記第1送受信手段117と第2送受信手段118の信号伝搬を繰返し行う繰返手段、120は前記繰返手段119で繰り返される間の音波の伝搬時間を計測する計時手段、121は前記計時手段120の値に基づいて流量を検出する流量検出手段、122は所定の繰返し回数に逐次変更する回数変更手段である。そして、繰返手段119で繰返す伝搬時間の途中情報を検出する経過時間検出手段123と、前記経過時間検出手段123の情報から流量変動の周期を検出する周期検出手段124と、前記周期検出手段124で検出された周期のほぼ整数倍の測定時間になるように設定変更する回数変更手段122を備えた構成とした。ここで、経過時間検出手段123により得られた送受信の各伝搬時間を1個保持するデータ保持手段125と、前記データ保持手段125により保持されたデータと計測された伝搬時間のデータを比較することによって周期を周期検出手段124により検出することにした。そして、126は第1振動子117と第2振動子118の送受信の動作を切替える切替手段、127は超音波信号を送信する送信器、128は超音波信号を受信する受信器である。

次に動作、作用について図2から図5を用いて説明する。図2に示すように、本発明の流量計は、繰返し開始信号により計測が開始され、入力信号を第1振動子に入力することによって、第1振動子が振動して音波を発信する。その音波を第2振動子が受信して、この間の伝搬時間を計時手段が所定クロックでカウントしつつ計測するものである。図中の遅延時間は、音波の減衰を待つための待機時間であり、固定のものである。そして、この遅延時間と伝搬時間をカウントした値を $C_i$ として検出した後、再び第1振動子に入力信号を入れ音波を発信して、第2振動子で受信する繰返し計測を所定回数行う。このとき、第2振動時で受信した際のカウント数 $C_{i+1}$ は、前回の $C_i$ と比較し、流速変動が繰返し発生している周期を検出する。例えば、図3に示すように、流速変動のV5とV6は、カウント数の差 $C_5 - C_6$ は負の値となっていたが、V6とV7の流速変動では、カウント数の差 $C_6 - C_7$ は正の値となり符号が反転する。そして、ふたたび、



カウント数の差  $C_i - C_{i+1}$  が負の値から正の値となる時を、図4のフローチャートで示すような処理にしたがって繰返し毎に行い、周期を検出するものである。

図4のフローチャートでは、周期を検出する流れについて示し、計時カウンタを1個保持して次の計時カウンタと比較することによって流速変動の変化を検出することを示している。また、図5に示すように、①の処理と回数変更手段は、流量計測の前に毎行われる構成とした。このように、周期を検出して、その周期の間、繰返して伝搬時間の計測を行うことで、流れに変動があっても変動の1周期で計測することで平均化されるので、計測流量は変動の影響を受けずに計測されることになる。1周期に限らず、複数の周期にわたって計測すれば更に安定して精度の高い流量計測ができる。

なお、周期の検出については、カウント値の差を取って符号が反転することで検出する方法について述べたが、差が最大となるポイントを検出しても良いし、保持されたカウント値と最も近いカウント値が再度計測されるポイントを検出して周期を求めても良い。また、1個の保持データを比較することで説明したが、複数個の保持データを用いて、自己相関や周波数解析手法を用いて周期を求めても良いし、あるいは複数個の保持データから前述のように差を求めて周期を検出しても良い。

このように、流れの変動検出手段を必要とせず構成を簡素化できることと、流量検出を行う前に計時手段の途中情報から周期を検出して、繰返し計測の時間を周期の整数倍とすることができるので、流量計測は安定して精度よく計測することができる。そして、データ保持手段によって瞬時瞬時の計時情報を保持し比較することで周期をその都度検出することができる。また、逐次繰返し回数を変更することで流れの変動の変化による影響を抑制することができ安定した流量計測を実現できる。そして、流量計測を行う直前に繰返し回数を、周期の整数倍の回数に設定するので、流れの変動が平均化され流量計測は安定して精度よく行える。

(実施の形態 2)

図 6 は本発明の実施の形態 2 の流量計の動作を示すフローチャートである。実施の形態 1 と異なる点は、周期検出手段で得られた周期に合せた繰返し回数は、次回の流量計測時に使用される処理構成としたことにある。構成は図 1 に示すものである。

図 6 に示すように、第 1 振動子からの伝搬時間の計測  $T_1$  を行いながら、一方でその時の計時手段の計時情報  $C_i$  をデータ保持手段に保持しておく。そして、第 2 の振動子からの伝搬時間の計測  $T_2$  を行い、前記  $T_1$  と  $T_2$  から流速、流量を算出する。そして、保持しておいた計時情報  $C_i$  から実施の形態 1 で示したような方法で、流れ変動の周期を検出し、次回の繰返し回数を変更して次回の計測に反映させる。

このように、次回の計測に使用することで、流量計測と周期の計測が兼用で行え、周期検出のためだけに音波の伝搬を行う繰返し計測が不要となり、低消費電力とすることができる。そして、変動周期に合わせて繰返し回数を設定することで、変動が平均化され、安定して精度よく流量を計測することができる。

(実施の形態 3)

図 7 は本発明の実施の形態 3 の流量計のブロック図である。実施の形態 1 と異なる点は、流量検出手段 121 で検出した流量の変動の大小を判定する流量変動判別手段 129 と、前記流量変動判別手段 129 により判別される流量変動が小さくなるように繰返し回数を変更する回数変更手段 122 とを備え、前記流量変動判別手段 129 は、流量の標準偏差を用いて行う構成としたことにある。

そして、図 8 のフローチャートに示すように、流量  $Q_i$  を計測し、まず、その流量が所定値  $Q_m$  以上（例えば、100 リットル／時間）であれば、繰返し回数はそのままとするが、所定値  $Q_m$  未満の場合、計測流量  $Q_i$  の前の  $n$  個のデータを基に、標準偏差  $H_i$  を求める。そして、その標準偏差  $H_i$  が所定値  $H_m$  以上（例えば、1 リットル／時間）の時、繰返し回数を変更する。この時、繰返し回

数は、初期値 $K_0$ から所定値 $d_K$ （例えば、2回）だけ増加するようにして変更していく。そして、所定回数 $K_m$ 以上の時は、回数を初期値に戻し、再度変更していく。

5      このように、計測流量が所定流量未満の時のみ、回数変更の処理を行うことで、大流量時には処理せず低消費電力とすることができる。そして、標準偏差が所定値以上の時に、流量変動が小さくなるように、回数を変更することで流れに変動があっても、回数を変更していくことで安定した流量計測が行えるようにすることができる。そして、流量変動を標準偏差を用いて判別することでの的確に変動を検出することができる。また、繰返し回数は、所定回数から徐々に増加する方向  
10      に変更してすることで、少ない回数から検討していけるので短時間で必要回数を見つけることができる。

また、図9に示すように、計測流量が所定流量以下で、かつ標準偏差が所定値以上の時のみ、繰返し回数変更手段を動作させることで、回数変更の処理の回数がより制限され低消費電力とすることができる。

15      なお、回数変更を徐々に増加する方法で説明したが、変更した時の標準偏差が大きくなった時には、減少する方向に変更する方法を用いて、標準偏差の変化に応じて回数の増加、減少の変更方向は制御するとさらに安定して計測することができる。また、本流量計の電源を電池とした場合、低消費電力となることは、流量計を長時間使用することができる効果がある。

#### 20      （実施の形態4）

図10は本発明の実施の形態4の流量計のブロック図である。実施の形態1と異なる点は、異常判別手段130と、流量管理手段131を設けたことにある。そして、回数変更手段は、所定の処理としての異常判別手段130の実行時、および流量管理手段131の実行の時に動作する構成とした。

25      そして、図11に示すフローチャートのように、異常判別手段の実行時、および流量管理手段の実行の時に行うことで、必要な時だけに回数変更の処理するこ

とができ消費電力を低減することができる。すなわち、異常判別はその緊急性から短時間で流量を計測する必要がある。そのため、流れの変動を受け変動している計測流量では異常判別が遅くなるので、変動周期にあった繰返し回数に変更して計測することで短時間で計測することができる。また、流量管理は、下流側で  
5 どのような負荷が使用されているかを管理するためのもので、短時間で流量を検出して判別する必要があり、異常判別と同様に、変動周期にあった繰返し回数に変更して計測することで短時間に計測することができる。

(実施の形態 5)

図 1 2 は本発明の実施の形態 5 の流量計のブロック図である。実施の形態 1 と  
10 異なる点は、流体の状態変化として熱の伝搬を利用した送受信手段としたところである。1 3 2 は熱を送信するヒータ、1 3 3 は熱を受信する温度センサである。

そして、熱の送信手段と受信手段を用いることでも同様に、熱の伝搬時間の変動から変動周期を検出できるので構成を簡素化できることと、繰返し計測の時間を変更することができるので、周期の整数倍とすることで流量計測は安定して精  
15 度よく計測することができる。また、逐次繰返し回数を流れの変動の変化に合わせて変更することができ変動の影響をすぐに抑制することができ安定した流量計測を実現できる。そして、流量計測を行う直前に繰返し回数を、周期の整数倍の回数に設定するので、流れの変動が平均化され流量計測は安定して精度よく行える。

20 (実施の形態 6)

図 1 3 は本発明の実施の形態 6 の流量計のブロック図である。図 1 3 において、  
2 2 3 は流路 2 2 4 に設けられて流体の状態変化として超音波を用いて送受信する送受信手段の第 1 振動手段としての第 1 圧電振動子、2 2 5 は超音波を送受信する送受信手段の第 2 振動手段としての第 2 圧電振動子、2 2 6 は前記第 1 圧電  
25 振動子および第 2 圧電振動子の送受信の動作を切替える切替手段としての切替スイッチ、2 2 7 は前記第 1 圧電振動子 2 2 3 および第 2 圧電振動子 2 2 5 で繰返

し送受信される音波の伝搬時間をシングア라운드法により計測する計時手段、  
 228は前記計時手段の値に基づいて流量を検出する流量検出手段、229は前  
 記第1圧電振動子223および第2圧電振動子225で流路内の圧力変動を計測  
 する変動検出手段、230は前記変動検出手段の圧力変動のタイミングに同期し  
 て計測を開始する計測制御手段である。

ここで、計測制御手段230は、変動検出手段229の出力の立上り時に第1  
 計時時間T1の測定を開始し、前記変動検出手段229の出力の立ち下がり時に  
 第2計時時間T2の測定を開始する計測制御と、次回の計測時は、変動検出手段  
 の出力が立ち下がり時に第1計時時間T1の測定を開始し、前記変動検出手段の  
 出力が立上り時に第2計時時間T2の測定を開始計測制御を行い、流量計測手段  
 228は、計測開始を交互に変更しながら前回の第1計時時間T1と第2計時時  
 間T2を用いて求めた第1流量と、次回の第1計時時間T1と第2計時時間T2  
 を用いて求めた第2流量を逐次平均処理することにより流量を算出する構成とし  
 た。そして、231は第2圧電振動子を超音波の送受信を行うか圧力変動を検出  
 するかを選択する選択手段としての選択スイッチ、232は超音波信号の送信器、  
 233は超音波信号の受信器、234はシングア라운드計測を行う繰返手段、  
 235は第1圧電振動子と第2圧電振動子の動作チェック手段である。

次に動作、作用について図14から図19を用いて説明する。図14のような  
 構成の流路において、第1圧電振動子223から第2圧電振動子225に向かっ  
 て伝搬する時間T1を計測すると、 $T1 = L / (C + V \cos \theta)$ となる。また、  
 第2圧電振動子225から第1圧電振動子223に向かって伝搬する時間T2を  
 計測すると、 $T2 = L / (C - V \cos \theta)$ となる。ここで、Vは流路内の流速、  
 Cは音速、 $\theta$ は傾斜角度である。そして、T1とT2の逆数の差をとると、次式  
 のようにしてT1、T2から流速Vが求まる。

$$1/T1 - 1/T2 = 2V \cos \theta / L$$

$$V = (L / 2 \cos \theta) \cdot (1/T1 - 1/T2)$$

ここで、流路内に圧力変動があると、その圧力変動に応じて流速が変化する。  
よって、変動周波数  $f$ 、変動流速  $u$  とすると、 $T_1$ 、 $T_2$  は

$$T_1 = L / (C + V \cos \theta + u \cdot \sin (2 \pi f t))$$

$$T_2 = L / (C - V \cos \theta - u \cdot \sin (2 \pi f t + \psi))$$

5 となる。ここで、 $\psi$  は、 $T_1$  計測の開始と  $T_2$  計測の開始の時間差（位相差）である。そして、 $T_1$  と  $T_2$  の逆数の差をとると、

$$1/T_1 - 1/T_2$$

$$= (2 V \cos \theta$$

$$+ u \cdot (\sin (2 \pi f t) + \sin (2 \pi f t + \psi))) / L$$

10 であるから、 $\psi = \pi$  のとき、 $\sin (2 \pi f t + \psi) = -\sin (2 \pi f t)$  となり、変動の影響は、キャンセルされることになる。よって、

$$V = (L / 2 \cos \theta) \cdot (1/T_1 - 1/T_2)$$

として、変動時においても流速  $V$  が計測でき、流路の断面積などを考慮して流量を算出することができるのである。以上は、1 回の送受信の計測で説明している  
15 が、繰返手段 2 3 4 で伝搬時間を繰返して計測するシングア라운드手法で積算時間を求める場合も同様に次式のように求めることができる。

$$T_1 = \Sigma [L / (C + V \cos \theta + u \cdot \sin (2 \pi f t i))] ]$$

$$= \Sigma L / (\Sigma (C + V \cos \theta) + \Sigma (u \cdot \sin (2 \pi f t i)))$$

$$T_2 = \Sigma [L / (C - V \cos \theta - u \cdot \sin (2 \pi f t i + \psi))] ]$$

$$20 \quad = \Sigma L / (\Sigma (C + V \cos \theta) + \Sigma (u \cdot \sin (2 \pi f t i + \psi)))$$

ここで、添え字  $i$  はシングア라운드의回数、 $\Sigma$  は  $i = 1$  から  $N$  回までの積算を示す。なお、シングア라운드手法の計測処理についての詳細な説明は略すが、超音波の送受信伝搬を繰返し行い、トータルの伝搬時間を長くして計測精度を高める方法である。  
25

そして、 $T_1$ 、 $T_2$  の逆数差から

$$1/T_1 - 1/T_2$$

$$= (\sum [2V \cos \theta] + \sum [u \cdot (\sin(2\pi f t)) + \sum [u \cdot \sin(2\pi f t + \psi))] ) / \sum L$$

そして、 $\psi = \pi$  のとき、 $\sin(2\pi f t + \psi) = -\sin(2\pi f t)$  となり、シングア라운드手法を用いても変動の影響は、キャンセルされることになる。よって、

$$V = (L/2 \cos \theta) \cdot (1/T_1 - 1/T_2)$$

として、変動時においても流速  $V$  が計測でき、流路の断面積などを考慮して流量を算出することができるのである。

ここで、この時間差  $\psi$  が  $\pi$  となる計測の開始タイミングを、図 15 で説明する。変動検出手段 229 の出力信号は、圧力変動の交流成分のゼロクロス点を比較器で比較して検出することによって実現している。すなわち、 $T_1$  計測の開始は、変動検出手段の出力信号の立上りで行い、所定のシングア라운드回数で積算時間  $T_1$  を計測する。一方、 $T_2$  計測の開始は、変動検出手段 29 の出力信号の立下りで行い、同じ所定のシングア라운드回数で積算時間  $T_2$  を計測する。図 15 で示すと、 $T_1$  は、圧力波形の A、B、C 間を計測し、 $T_2$  は A、B、C と逆の振幅になる F、G、H 間を計測する。よって、圧力変動はキャンセルされることになる。

また、図 15 のような正負対称の圧力変動の場合は、1 回の  $T_1$  と  $T_2$  の計測でキャンセルできるが、図 16 のような正負非対称の場合は、計測の開始を工夫することによってキャンセルすることができる。すなわち、 $T_1$  計測の開始は、変動検出手段 229 の出力信号の立上りで行い、所定のシングア라운드回数で積算時間  $T_1$  を計測する。一方、 $T_2$  計測の開始は、変動検出手段 229 の出力信号の立下りで行い、同じ所定のシングア라운드回数で積算時間  $T_2$  を計測する。そして、次の計測では、 $T_1$  計測の開始は、変動検出手段 29 の出力信号の立下りで行い、所定のシングア라운드回数で積算時間  $T_1$  を計測する。

一方、T 2 計測の開始は、変動検出手段 2 2 9 の出力信号の立上がりで行い、同じ所定のシングア라운드回数で積算時間 T 2 を計測する。図 1 6 で示すと、1 回目の T 1 は、圧力波形の A、B、C 間を計測し、T 2 は D、E、F 間を計測する。これでは、C と F は波形が異なるので C と F の分が誤差  $C - (-F)$  として残るが、2 回目の計測の時には、T 1 は、逆波形の H、I、J で計測し、T 2 は K、L、M で計測する。ここでも、J と M は波形が異なり誤差として残るが、2 回目の計測では、上流側から計測した時の M と、下流から計測した時の J となっており、符号が反転するので、J と M の分が誤差  $(-J - M)$  として残る。そして、 $C = M$ 、 $F = J$  であることから、 $C - (-F)$  と  $(-J - M)$  を加算して平均を取ると、ゼロになり、圧力変動はキャンセルされることになる。なお、超音波の送受信の方向を計測のたびに交互に反転している場合は、計測の開始タイミングは一定でよいことは明白である。また、ここでは 2 回の計測で説明したが、圧力変動の波形が非対称で複雑な場合は、計測の開始を波形の周期性に応じて順次、変更して繰返すことにより平均化され、誤差は最小限に抑えることができる。

次に、図 1 7 と図 1 8 のフローチャートを用いて計測の流れを説明する。まず、変動検出手段の信号が立上りか否かを判別する。立上りでなければ、変動検出手段 2 2 9 の出力信号が立ち上がるまで判別を繰り返す。ここで、所定時間立っても立上りが発生しない時は、検出解除手段としての処理が立上り検出を中止し、圧力変動がないものとして第 1 計時時間 T 1 と第 2 計時時間 T 2 の計測を行う。また、立上りが検出された時は、第 1 計時時間 T 1 の計測を行う。そして、次に変動検出手段 2 2 9 の信号が立下がりか否かを判別する。ここで立ち下がりが検出された時は、第 2 計時時間 T 2 の計測を行う。また、所定時間立っても、立下がり検出されない時は、検出解除手段としての処理が立下がり検出を中止し、圧力変動がないものとして第 2 計時時間 T 2 の計測を行い、第 1 計時時間 T 1 と第 2 計時時間 T 2 から流量  $Q(j)$  を算出する。

そして、次の計測時には、図 1 8 に示すように、今度は立下がり検出からはじ



め、立下がり検出後、第1計時時間 $T_1$ の計測を行った後、立上り検出を行い、第2計時時間 $T_2$ の計測を行い、第1計時時間 $T_1$ と第2計時時間 $T_2$ から流量 $Q(j+1)$ を算出する。そして、この計測開始を交互に変更しながら繰返し、第1流量 $Q(j)$ と第2流量 $Q(j+1)$ を計測して逐次平均処理することにより流量 $Q$ を算出することで、平均化され誤差を原理的になくすることができる。

このように、第2圧電振動子225で流路内の圧力変動を計測することができるので、圧力センサを設ける必要がなく、小型化や流路などを簡素化することができるとともに、圧力変動が発生した場合でも瞬時流量の計測が安定して精度よく行える。そして、圧力変動の変化が逆になるタイミングで計測することで、圧力変動と計測するタイミングの位相をずらすことができ、圧力変動による計測誤差を相殺することができる。そして、計測する毎にタイミングを正負逆にとって行くことで、圧力変動が高圧側、低圧側で非対称となっても、その圧力変動の影響を相殺することができる。そして、シングアラウンドで繰返し計測することで1回の計測で平均化することができ、安定した流量計測を行うことができる。

そして、選択手段を用いることで第1振動手段および第2振動手段の少なくとも一方を圧力検出に使用することができ、流量計測と圧力計測を両立することができる。そして、圧力変動のゼロ成分付近で変動を検出することで変動の周期を正確に捉えることができ、流量の相殺が行える。そして、変動がなくなった場合でも所定時間がくれば自動的に流量を計測することができる。そして、圧電式振動子を変動検出手段と用いることで、超音波を送受信に用いながら、かつ圧力変動も検出することができ、さらに、専用の圧力検出手段を設ける場所が不要であり、漏洩の要因となる部位を削減することができる効果がある。

なお、本実施の形態で説明した圧力変動の検出は、専用の圧力検出手段を用いて行っても機能的には同様の効果が得られる。また、下流側の第2圧電振動子を用いる場合で説明したが、上流側の第1圧電振動子を用いる場合でも同様の効果が得られる。さらに、図19に示すように、上流側と下流側の圧電振動子を交互

に用いても同様の効果が得られるが、交互に用いることによって、互いの圧電振動子の動作状態をチェックすることも可能になる。すなわち、変動検出手段の信号がどちらの圧電振動子からの信号においても同じ周期の信号の時はどちらも正常に動作していると、判定することができる。

- 5        また、流量計は一般計器として説明しているが、ガスメーターに本流量計を使用することで、ガスエンジンヒートポンプを使用している配管系など、脈動が発生する流路配管で使用することが可能である。さらに、圧力変動で説明しているが、流量変動のある場合も同様の効果があることは明白である。

(実施の形態 7)

- 10        図 20 は本発明の実施の形態 7 の流量計の動作を示すタイミングチャートである。実施の形態 6 と異なる点は、変動周期の整数倍時間にわたってシングアラウンドの送受信を複数回行う繰返手段 234 を備えたことにある。構成は図 13 に示す。

- 15        図 21 に示すように、所定時間（例えば、2 秒周期）間隔で、計測を開始する場合、所定時間になれば、変動検出手段 229 が検出する変動の周期を計測する。そして、その周期にほぼ一致するシングアラウンドの回数を設定する。例えば、超音波の圧電振動子間の距離を音速で割ると 1 回の伝搬時間が算出できる。そして、計測した周期をその伝搬時間で割ることで必要なシングアラウンドの回数が算出できる。そのシングアラウンド回数で繰返して流量の計測を行うのである。

- 20        図 21 中の⑦は、図 17 の⑦の処理を行うことである。

- 25        このように、シングアラウンド回数を変動周期に合わせることで、変動の 1 周期を計測することができ、圧力変動が平均化され安定した流量を計測することができるのである。そして、圧力同期とシングアラウンド回数を周期の整数倍に合せて計測することで、更に流量の計測を安定して行うことができる。さらに、圧力同期を圧電振動子の信号で検出することができるので、周期の検出が可能で、かつ安定した流量計測が行えるという相乗効果がある。

なお、図 20 では、2 周期を計測する場合について示した。伝搬距離が短い場合は、計測精度を上げるために、所定回数以上のシングア라운드が必要となるので、変動周期から求めたシングア라운드回数がその所定回数よりも小さい時は、周期の倍数になるようにシングア라운드回数を決定するとよい。

5 (実施の形態 8)

図 2 2 は本発明の実施の形態 8 の流量計の動作を示すタイミングチャートである。実施の形態 6 と異なる点は、変動検出手段 2 2 9 の出力が所定変化した時（例えば、立下り時）に音波の送受信計測を開始し、前記変動検出手段の出力が前記所定変化と同じ変化（例えば、立下り時）をするまでシングアラウンドを繰返し、音波の送受信計測を行う繰返手段 2 3 4 を備えた構成とした。構成は図 1 3 に示す。

図 2 3 に示すように、計測の開始に変動検出信号の立上りを検出し、シングアラウンドを開始する。そして、再度変動検出信号の信号が立ち上がった時に、シングアラウンドを停止して第 1 計時時間  $T_1$  を計測する。次に、計測の開始に変動検出信号の立下りを検出し、シングアラウンドを開始する。そして、再度変動検出信号の信号が立ち下がった時に、シングアラウンドを停止して第 2 計時時間  $T_2$  を計測する。それらの  $T_1$  と  $T_2$  から流量を算出するものである。

このように、計測の開始と停止を圧力変動の周期と一致させることができるので、変動周期で計測することができ、圧力変動が平均化され安定した流量を計測することができる。

20 (実施の形態 9)

図 2 4 は本発明の実施の形態 9 の流量計を示す構成図である。実施の形態 6 と異なる点は、変動検出手段 2 2 9 の出力信号の変動をカウントする 2 ビットのカウンタ手段 2 3 6 と、前記カウンタ手段 2 3 6 のカウンタ値が、第 1 計時の時と第 2 計時の時で異なるようにして計測し、2 ビットのすべての組み合わせが同じ回数だけ実現した時に流量を計測する流量検出手段 2 2 8 を備えた構成とした。

図 2 5 にそのタイミングチャートを示す。

図 2 5 に示すように、変動が 2 周期で繰返される場合、例えば、T 1 計測はカウント手段の出力が (1, 0) で、かつ変動検出手段の出力が立上りの時に開始し、T 2 計測は、その後変動検出手段の立下りで計測が開始される。このときの計測流量を概念的に表現して、 $Q(i) = (A - B + C) - (-B + C - D) = A + D$  とする。そして、次回の計測を T 1 計測はカウント手段の出力が (1, 1) で、かつ変動検出手段の立下りに開始し、T 2 計測はその後の立上りで開始される。このときの計測流量を概念的に表現して、 $Q(i+1) = (-B + C - D) - (C - D + A) = -A - B$  とする。このように繰返して計測を行うと、 $Q(i+2) = (C - D + A) - (-D + A - B) = C + B$ 、 $Q(i+3) = (-D + A - B) - (A - B + C) = -C - D$  となる。ここで、 $Q(i) + Q(i+1) + Q(i+2) + Q(i+3) = 0$  となり、圧力変動はキャンセルされることになる。また、ここでは 4 回の計測で説明したが、圧力変動の波形が非対称で複雑な場合は、計測の開始を波形の周期性に応じて順次、変更して繰返すことにより平均化され、誤差は最小限に抑えることができる。すべての変動タイミングで計測することができるので、平均化が行われ安定して流量を計測することができる。

#### (実施の形態 10)

図 2 6 は、本発明の実施の形態 5 の流量計を示す構成図である。実施の形態 6 と異なる点は、変動検出手段 2 2 9 の信号の周期を検出する周期検出手段 2 3 7 と、前記周期検出手段 2 3 7 の検出した周期が、所定の周期の時にのみ計測を開始する計測制御手段 2 3 0 を備えた構成とした。

すなわち、図 2 7 に示すように、変動検出手段 2 2 9 の信号が所定周期  $T_m$  の時のみに計測を開始することで、周期が変動するような場合でも所定の変動周期時に計測が行える。図 2 5 に示すような圧力波形の場合でも、周期を検出すれば特定の圧力変動の時のみ、流量を計測することができる。よって、圧力変動の周

期が変動する場合でも、安定した流量を短時間で計測することができる。なお、周期の検出は所定の時間幅（例えば、2ミリ秒）を持って検出することで柔軟性を持たせ計測が途切れることなく継続される。

（実施の形態11）

5 図28は、本発明の実施の形態11の流量計を示す構成図である。実施の形態6と異なる点は、流体の状態変化として熱の伝搬を利用した送受信手段としたところである。238は熱を送信するヒータ、239は熱を受信する第1温度センサ、240は熱を受信する第2温度センサである。また、第2温度センサ240は自ら発熱して自己抵抗値の変化で流体の状態変化を検出することができる。

10 そして、熱の送受信手段である第2の温度センサを兼用することで、流体の状態変化、すなわち流速変動や圧力変動を検出することができる。そして、検出した変動に同期して、1周期の計測を行うことで、前述の実施の形態と同様に流量計測は安定して精度よく行える。

（実施の形態12）

15 図29は本発明の実施の形態12の流量計のブロック図である。図29において、323は流路324に設けられて流体の状態変化としての超音波を用いて送受信する送受信手段の第1振動手段としての第1圧電振動子、325は同様に超音波を送受信する送受信手段の第2振動手段としての第2圧電振動子、326は前記第1圧電振動子および第2圧電振動子の送受信の動作を切替える切替手段としての切替スイッチ、327は前記第1圧電振動子323および第2圧電振動子325で繰返し送受信される音波の伝搬時間を計測する計時手段、328は前記計時手段の値に基づいて流量を計測する流量検出手段、329は流路324内の圧力変動を計測する変動検出手段としての圧力変動検出器、330は圧力検出器329の圧力信号をデジタル信号に変換する変動検出手段としての同期パルス出力手段、331は前記変動検出手段の圧力変動のタイミングに同期して計測を指示する計測制御手段である。ここで、332は超音波信号の送受信手段の送信器、

3 3 3は超音波信号の送受信手段の受信器、3 3 4は超音波の送受信を繰返し行う繰返手段、3 3 5は計測制御手段の異常を監視する計測監視手段である。

次に動作、作用について図14と、図30から図31を用いて説明する。図14のような構成の流路において、第1圧電振動子323から第2圧電振動子325に向かって伝搬する時間 $T_1$ を計測すると、 $T_1 = L / (C + V \cos \theta)$ となる。また、第2圧電振動子325から第1圧電振動子323に向かって伝搬する時間 $T_2$ を計測すると、 $T_2 = L / (C - V \cos \theta)$ となる。ここで、 $V$ は流路内の流速、 $C$ は音速、 $\theta$ は傾斜角度である。そして、 $T_1$ と $T_2$ の逆数の差をとり、式を変形すると $T_1$ 、 $T_2$ から流速 $V$ が次式のように求まる。

$$V = (L / 2 \cos \theta) \cdot (1 / T_1 - 1 / T_2)$$

ここで、流路内に圧力変動があると、その圧力変動に応じて流速が変化する。よって、圧力の変動周波数 $f$ 、変動流速 $u$ とすると、 $T_1$ 、 $T_2$ は

$$T_1 = L / (C + V \cos \theta + u \cdot \sin(2\pi f t))$$

$$T_2 = L / (C - V \cos \theta - u \cdot \sin(2\pi f t + \psi))$$

となる。ここで、 $\psi$ は、 $T_1$ 計測の開始と $T_2$ 計測の開始の時間差（位相差）である。そして、 $T_1$ と $T_2$ の逆数の差をとると、

$$1 / T_1 - 1 / T_2$$

$$= (2 V \cos \theta$$

$$+ u \cdot (\sin(2\pi f t) + \sin(2\pi f t + \psi))) / L$$

であるから、 $\psi = \pi$ のとき、 $\sin(2\pi f t + \psi) = -\sin(2\pi f t)$ となり、変動の影響は、キャンセルされることになる。よって、

$$V = (L / 2 \cos \theta) \cdot (1 / T_1 - 1 / T_2)$$

として、変動時においても流速 $V$ が計測でき、流路の断面積などを考慮して流量を算出することができるのである。このように、圧力変動を検出しながら流量を計測する計測制御手段が、 $\psi = \pi$ とすることによって圧力変動の影響を受けずに精度よく流量を計測することができる。以上は、1回の送受信の計測で説明して

いるが、繰返手段 3 4 で伝搬時間を繰り返して計測する方法で積算時間を求める場合も同様に求めることができるのは明白である。

そして、図 3 0 に示すように、計測制御手段 3 3 1 は、所定の計測時期（例えば、2 秒経過ごと）になれば、計測開始信号を出力し、圧力変動のゼロクロス点を閾値とした同期パルス出力手段の出力信号の変化を待つ。そして、同期パルス出力手段 3 3 0 の出力信号が、第 1 出力信号としての出力信号の立下がり信号を出力した時に第 1 計時時間  $T_1$  の測定を開始し、同期パルス出力手段 3 3 0 の第 2 出力信号としての出力信号の立ち上がり信号が出力されるまで伝搬時間の計測を繰返し行う。その次の計測は、前記同期パルス出力手段 3 3 0 の第 1 出力信号としての出力信号の立ち上がり信号が出力した時に第 2 計時時間  $T_2$  の測定を開始し、同期パルス出力手段 3 3 0 の第 2 出力信号としての出力信号の立ち下がり信号が出力されるまで伝搬時間の計測を繰返し行う。そして、その時の計時手段 3 2 7 の計時時間  $T_1$ 、 $T_2$  から流量検出手段 3 2 8 が流量に換算して流量計測を完了するものである。

しかし、図 3 1 に示すように、計測制御手段 3 3 1 は、所定の計測時期になれば、計測開始信号を出力するが、同期パルス出力手段 3 3 0 の出力信号の変化を所定時間待っても、同期パルス出力手段の出力信号の変化が現れない場合、自動的に計測開始信号を出力して所定の繰返し回数（例えば、2 5 6 回）で計測を行う。例えば、計測の間隔が 2 秒とし、圧力変動の周波数が 1 0 H z から 2 0 H z の範囲で発生すると、待ち時間の所定時間は、0. 1 秒から 2 秒の間で設定できるが、1 秒を最適値として設定することが望ましい。また、所定の繰返し回数は、2 回から 5 1 2 回で設定でき、圧力変動の周波数によって最適値を設定することが望ましい。

このように、計測開始信号を出力してから圧力の変動がない場合でも、所定時間後に計測を開始し、流量計測を行わなければならない時には必ず流量計測を行うことができる。例えば、ガスメーターなどでは、地震が発生した時に流量の有

無を計測するが、その時に圧力変動を待機していた場合、圧力変動に異常が生じて同期パルス出力信号がえられなかった時でも、自動的に流量計測を行うことができ、異常事態に対処することができる。

なお、流れの変動は、流路内の圧力変動で説明しているが、流速変動のある場合も、流速変動検出手段を用いることで同様の効果があることは明白である。

(実施の形態 13)

図 3 2 は本発明の実施の形態 13 の流量計の動作を示すタイミングチャートである。実施の形態 12 と異なる点は、計測制御手段 331 の指示の後、所定時間内に開始信号が発生しなかった時、次の計測制御手段の指示まで計測を行わない計測監視手段 335 を備えたことにある。構成は図 29 に示す。

図 3 2 に示すように、計測制御手段 331 は、所定の計測時期になれば、計測開始信号を出力する。そして、同期パルス出力手段 330 の出力信号の変化を所定時間待っても、同期パルス出力手段の出力信号の変化が現れない場合、計測監視手段 335 が、同期パルス信号の待機を終了するように、計測制御手段 331 に指示し、次の計測時期である計測タイミング（例えば、2 秒後）を待つこととした。ここで、計測の間隔が 2 秒とし、圧力変動の周波数が 10 Hz から 20 Hz の範囲で発生すると、待ち時間の所定時間は、0.1 秒から 2 秒の間で設定できるが、1 秒を最適値として設定することが望ましい。

このように、計測開始信号を出力してから圧力の変動がない場合、所定時間後に待機を終了し、流量計測を行わないことで、精度の悪い流量計測を避けることができる。図 3 2 では、第 1 の伝搬時間  $T_1$  を計測するタイミングで図示しているが、第 2 の伝搬時間  $T_2$  を計測する時に、同期パルスが発生しないと、 $T_1$  と  $T_2$  の計測時間の間隔が異常に長くなるので、計測精度が低下する。このような計測精度が低下する計測を回避することができるのである。そして、次の計測指示まで待機することで、無駄な計測を止め消費電力の節減を行うことができるのである。例えば、ガスメーターのように電池で保安機能を制御するマイコンを駆



動しているときは、この消費電力を低減することで長寿命とすることができる。

(実施の形態 1 4)

図 3 3 は本発明の実施の形態 1 4 の流量計の動作を示すタイミングチャートである。実施の形態 1 2 と異なる点は、開始信号の後、所定時間内に終了信号が発生しなかった時、音波の受信を終了するとともに、所定時間内に終了信号が発生しなかった時、音波の受信を終了して、再度開始信号を出力する計測監視手段 3 3 5 を備えた構成とした。構成は図 2 9 に示す。

図 3 3 に示すように、計測制御手段 3 3 1 は、所定の計測時期になれば、計測開始信号を出力し、同期パルス出力手段の出力信号が立下り時に第 1 出力信号を検出して計測を開始する。そして、同期パルス出力手段の出力信号が立下がる第 2 の出力信号が所定時間待っても現れない場合、同期パルス信号の待機を終了し、再度開始信号を出力して計測を行なうこととした。ここで、計測の間隔が 2 秒とし、圧力変動の周波数が 1 0 H z から 2 0 H z の範囲で発生すると、待ち時間の所定時間は、0. 1 秒から 2 秒の間で設定できるが、1 秒を最適値として設定することが望ましい。1 秒であれば、再計測を行なっても次の計測時期としての 2 秒後までに計測を完了することができるからである。ここで、再計測の時にも、第 2 の出力信号が現れない時は、次の計測時期まで待つこととする。

このように、計測を開始してから圧力の変動がない場合、所定時間後に待機を終了し、流量計測を行わないことで、間違った流量計測を避けることができる。

また、再計測を補行なうことで、所定の定期計測のデータ抜けを防止し、平均化などの計測処理をスムーズに行ない計測流量値の精度を向上することができる。

さらに、計測の終了が指示されないと、計時手段などが誤計測してしまい、計測精度が低下する。このような計測精度が低下する計測を回避することができるのである。そして、強制的に終了することで終了待ちで計測が停止することがなく、次の処理に進むことができ、安定した計測動作が行える。

(実施の形態 1 5)

図34は本発明の実施の形態15の流量計の動作を示すフローチャートである。実施の形態12と異なる点は、開始信号の後、所定時間T内に終了信号が発生しなかった時、音波の受信を終了して、計測データを破棄する計測監視手段335を備えた構成とした。構成は図29に示す。

5 図34に示すように、第1出力信号を出力した後、所定時間T（例えば、0.5秒）経過しても、1周期の終了を示す第2の出力信号が発生しない時、送受信の繰返しを終了してそれまでの計測データを破棄することとした。そして、所定時間待機した後、計測を再開することにした。

10 このように、計測がうまく行われなかった時、そのデータを破棄することで、精度の良いデータのみを使用することができ安定した計測動作が行える。また、計測データを保持しておく必要がなく、計測に必要な消費電力も低減できる。さらに、所定時間Tを管理することで、定期的な計測周期（例えば、2秒）を超えていることなどを管理することができ、計測タイミングが重なり合わないよう

15 (実施の形態16)

図35は本発明の実施の形態16の流量計の動作を示すフローチャートである。実施の形態12と異なる点は、繰返し回数が所定回数N1以上になった時に、音波の受信を終了して、計測データを破棄する計測監視手段335を備えた構成とした。構成は図29に示す。

20 図35に示すように、第1出力信号を出力した後、所定回数N1（例えば、512回）以上になっても、1周期の終了を示す第2の出力信号が発生しない時、送受信の繰返しを終了してそれまでの計測データを破棄することとした。そして、所定時間待機した後、計測を再開することにした。

25 このように、計測がうまく行われなかった時、そのデータを破棄することで、精度の良いデータのみを使用することができ安定した計測動作が行える。また、

計測データを保持しておく必要がなく、計測に必要な消費電力も低減できる。さらに、繰返し回数で管理することで、温度が変化して超音波の伝搬時間が変化した場合でも、繰返し回数の限界まで伝搬時間に関係なく計測することができる。

(実施の形態 17)

5 図36は本発明の実施の形態17の流量計の動作を示すフローチャートである。実施の形態12と異なる点は、繰返し回数が所定回数 $N_2$ 以下の時、計測データを破棄する計測監視手段335を備え、繰返し回数が所定回数以下の時、計測データを破棄して、再度開始信号を出力する計測監視手段335を備えた構成とした。構成は図12に示す。

10 図36に示すように、変動周期を基に行なった所定の計測において繰返し回数が、所定回数 $N_2$ （例えば、100回）以下の時、それまでの計測データを破棄することとした。そして、所定時間待機した後、計測を再開することにした。

このように、正常に計測が行われても、その繰返し回数が所定の回数以下の時は、圧力変動を正確にとらえていない可能性があり、1周期の計測ではないので、  
15 そのデータを破棄して再度計測を行なうことで安定した計測動作が行える。また、計測データを保持しておく必要がなく、計測に必要な消費電力も低減できる。

(実施の形態 18)

図37は本発明の実施の形態18の流量計の動作を示すフローチャートである。実施の形態12と異なる点は、繰返し回数が所定回数 $N_2$ 以下の時、計測データを破棄して、再度開始信号を出力するとともに、変動検出手段としての同期パルス出力手段330は、2周期目に達した時に第2出力信号を出力して、2周期目の終了信号まで計測を継続する計測監視手段35を備えた構成とした。構成は図2  
20 9に示す。

図37に示すように、変動周期を基に行なった所定の計測において繰返し回数が、  
25 所定回数 $N_2$ （例えば、100回）以下の時、それまでの計測データを破棄することとした。そして、所定時間待機した後、同期パルス出力手段330の信

号が、2周期目に達した時に第2出力信号を出力して、2周期目の終了信号まで計測を継続する計測を再開することにした。

このように、正常に計測が行われても、その繰返し回数が所定の回数以下の時は、圧力変動を正確にとらえていない可能性があり、1周期の計測ではないので、そのデータを破棄して再度計測を行なうことで安定した計測動作が行える。また、再計測の時には、2周期の計測を行なうことで、長時間の計測が行なえ計測精度が向上することができる。

#### (実施の形態19)

図38は本発明の実施の形態19の流量計の動作を示すフローチャートである。実施の形態12と異なる点は、1対の送受信手段のうち、一方の送受信手段から送信を行い他方の送受信手段で受信する計測時の第1繰返し回数 $N_3$ と、他方の送受信手段から送信を行い一方の送受信手段で受信する計測時の第2繰返し回数 $N_4$ を比較し、両繰返し回数の差が所定回数以上の時、再度開始信号を出力する計測監視手段335を備えた構成とした。構成は図29に示す。

図38に示すように、変動周期を基に行なった所定の計測において第1繰返し回数 $N_3$ と、第2繰返し回数 $N_4$ の差が所定回数 $M$ （例えば、10回）以上の時、それまでの計測データを破棄するとともに、所定時間待機した後、計測を再開することにした。

このように、正常に計測が行われても、第1繰返し回数 $N_3$ と第2繰返し回数 $N_4$ の差が大きい時には、圧力変動を正確にとらえていないか、圧力変動の周期が変動しているかの可能性があり、正しく計測できていないので、そのデータを破棄して再度計測を行なうことで安定した計測動作が行える。

#### (実施の形態20)

図39は本発明の実施の形態20の流量計の動作を示すフローチャートである。実施の形態12と異なる点は、1対の送受信手段のうち、一方の送受信手段から送信を行い他方の送受信手段で受信する計測時の第1繰返し回数 $N_3$ と、他方の

送受信手段から送信を行い一方の送受信手段で受信する計測時の第2繰返し回数N4は同じ回数になるように設定する繰返手段334を備えた構成とした。構成は図29に示す。

図39に示すように、変動周期を基に行なった所定の計測において第1繰返し回数N3と同じ繰返し回数で、第2繰返し回数を行なうことで、圧力変動の周期変動が激しい時でも、第1繰返し回数N3で第2計測を行なうことで、真値との差を大きく異なることなく計測することができる。

このように、圧力変動の周期変動が激しい時でも、流量計測を行なうことができる。例えば、ガスメータの場合、保安のための流量計測が必要な時期があるが、このように圧力変動の周期変動が激しい時でも、このような計測を行なうことで所定流量付近かどうかの判定が瞬時に行なえる。

#### (実施の形態21)

図40は本発明の実施の形態21の流量計の動作を示すフローチャートである。実施の形態12と異なる点は、再度開始信号を出力する回数は所定回数Cまでとし、永久に繰返すことがないように監視する計測監視手段335を備えた構成とした。構成は図29に示す。

図40に示すように、圧力変動に基づいて計測することに失敗して再度計測する場合には、その再計測の回数Cを制限する（例えば、2回まで）ことで、無限に処理が続くことがないようにして安定した流量計測を行うことができる。

#### (実施の形態22)

図41は本発明の実施の形態22の流量計のブロック図である。実施の形態12と異なる点は、流体の状態変化として熱の伝搬を利用した送受信手段としたところである。336は熱を送信するヒータ、337は熱を受信する温度センサである。

そして、熱の送受信手段である温度センサを用いた場合でも、前述の実施の形態と同様に計測監視手段が各異常を検出してそれぞれの処理を行うことで、流量

計測は継続して精度よく行える。

(実施の形態 2 3)

図 4 2 は本発明の実施の形態 2 3 の流量計のブロック図である。図 4 2 において、4 1 5 は瞬時流量を検出する超音波流量検出手段、4 1 6 は流量値が脈動しているか否か判別する脈動判別手段、4 1 7 は前記脈動判別手段の判定結果によって異なった手段を用いて流量値を算出する安定流量算出手段、4 1 8 は流量値をデジタルフィルター処理するフィルター処理手段である。

次に動作、作用について図 4 3 から図 4 5 を用いて説明する。図 4 3 に示すように、本発明の流量計は、超音波流量検出手段によって計測された瞬時流量  $Q(i)$  と、前回に測定された瞬時流量  $Q(i-1)$  との差をとり、その差が所定値（例えば、1 リットル／時間）以上の場合、脈動判別手段が脈動ありと判別する。そして、脈動ありの場合、その差の大きさによってフィルター処理のフィルター係数を変更するようにしてデジタルフィルター処理を行う。また、脈動なしの場合は、フィルター処理を行わずに瞬時流量値を安定流量として処理することとする。ここで、デジタルフィルター処理は、図 3 に示すフローによって行うもので、数式では次のように表される。例えば、フィルター係数を  $\alpha$ 、 $i$  番目の瞬時流量を  $Q(i)$ 、求めるフィルター処理後の安定流量を  $D(i)$  とすると、 $D(i) = \alpha \cdot D(i-1) + (1-\alpha) \cdot Q(i)$  となる。このようなフィルターの特性は、図 4 5 に示すようにローパスフィルターの特性を有し、フィルター係数  $\alpha$  が 1 に近い（通常 0.999）ほど、低い周波数成分のみしか通過させないフィルターとすることができ、変動する値を濾過して通過させないことができる。そして、変動幅が小さい時は、フィルター係数  $\alpha_2$ （通常  $\alpha_2 = 0.9$ ）とし、緩やかなフィルター特性として流量変動への応答性をよくして流量変動にすみやかに応答できるようにしたものである。また、変動幅が大きい時は、フィルター係数  $\alpha_1$ （通常  $\alpha_1 = 0.9999$ ）とし、極度の低域フィルター特性として変動を抑制するようにしたものである。

また、脈動成分  $A(i)$  は、 $A(i) = Q(i) - D(i)$  により求めることが可能であり、 $A(i)$  を変動幅として使用することも可能である。

このように、脈動が所定値以上の時にフィルター処理を行うことで変動成分を除去することができ、脈動時に一つの超音波流量計測手段で安定した流量計測を行うことができる。そして、フィルター処理によって平均処理相当の算術計算が多くのデータ用メモリーを使用せずに行うことができるとともに、フィルター係数  $\alpha$  という一つの変数を変更することで、フィルター特性を自由に変更することができ、脈動の大きさによってフィルター特性を変えることができる。そして、脈動時には、急峻なフィルター特性とすることで大きな脈動を安定させることができる。そして、脈動時のみフィルター処理することが可能である。そして、脈動の変動幅によって判別することで脈動の変動幅に応じてフィルター処理を変更することができる。そして、変動幅によってフィルター特性を変更することで、小さい変動時には緩やかなフィルター特性として流量の変動に速やかに変動できるようにするとともに、大きい変動時には、急峻なフィルター特性とすることで脈動による流量の変動を大きく抑制することができる。

なお、本実施の形態では、デジタルフィルター処理の方法として図44のようなもので説明したが、他のフィルター処理の方法を用いても同様の効果が得られる。

また、流量計は一般計器として説明しているが、ガスメーターに本流量計を使用することで、ガスエンジンヒートポンプを使用している配管系など、脈動が発生する流路配管でも使用することが可能である。

#### (実施の形態24)

図46は本発明の実施の形態24の流量計の動作を示すフローチャートである。実施の形態23と異なる点は、フィルター係数  $\alpha$  を変えることによって2個のフィルター処理を行った2個の流量値から、脈動の変動幅を検出する脈動幅検出手段を備えたことにある。

図46に示すように、フィルター係数 $\alpha 1$ （例えば、 $\alpha 1 = 0.999$ ）によるフィルター処理を行った第1の流量値と、フィルター係数 $\alpha 2$ （例えば、 $\alpha 2 = 0.9$ ）によるフィルター処理を行った第2の流量値とを比較して、その差が所定値（例えば、1リットル/時間）より大きくなると、値の大きいフィルター係数 $\alpha 1$ を少しずつ小さくなるようにすることによって、安定流量算出後の流量値が早く安定するようにした。ただし、 $1 > \alpha 1 > \alpha 2 > 0$ の時とする。

すなわち、フィルター係数の大きなフィルター処理をした安定流量を用いていると、脈動時に流量が変化した時、流量変化への応答性が遅れるが、2個のフィルター処理を行うことで、小さい方の流量係数で算出している流量によって、脈動時に流量が急に変化しても速やかに追従することができるのである。

#### （実施の形態25）

図47は本発明の実施の形態25の流量計を示すフローチャートである。実施の形態23と異なる点は、瞬時流量検出手段が検出した流量値が、低流量時にのみフィルター処理を行う構成とした。

すなわち、図47に示すように、超音波流量計測手段で計測した瞬時流量が、所定流量（例えば、120リットル/時間）未満の時、フィルター処理を行うことで脈動が発生しても正しく安定流量を計測することができる。また、所定流量以上の時は、脈動による流量計測の変動幅がの比率が小さいので、フィルター処理することなく正しく流量計測を行うことができる。そして、流量が小さい時なので、フィルター係数 $\alpha$ は、大きい値（例えば、 $\alpha = 0.999$ ）を使用して行うこととした。

このように、低流量時にのみフィルター処理を行うことで大流量時の流量変化に素早く対応するとともに、低流量時の脈動の影響を大幅に抑制することができる。

#### （実施の形態26）

図48は本発明の実施の形態26の流量計の動作を示すフローチャートである。



実施の形態 2 3 と異なる点は、フィルター処理手段は、流量値によってフィルター特性を変更する構成とした。

すなわち、図 4 8 に示すように、超音波流量計測手段で計測した瞬時流量が所定値（例えば、120 リットル／時間）以上の時、フィルター係数  $\alpha 1$ （例えば、 $\alpha 1 = 0.9$ ）、そして、所定値未満の流量の時、フィルター係数  $\alpha 2$ （例えば、 $\alpha 2 = 0.999$ ）とする。よって、低流量時はフィルター係数  $\alpha 2$  を大きくして、安定流量の計測に主眼をおき、例えばガスメーターに使用する場合、漏洩検知や器具判別、種火登録を正確に行うようにした。また、大流量の時は、フィルター係数  $\alpha 1$  を小さくして流量変化の敏速に応答するようにして積算流量の応答性を向上するようにした。

このように、流量値によってフィルター特性を変更することで、低流量時にフィルター処理を行うことで大流量時の流量変化に素早く対応するとともに、低流量時の脈動の影響を大幅に抑制することができる。そして、大流量時には、応答性が速くなり、低流量時には脈動を抑制する処理とすることができる。

#### （実施の形態 2 7）

図 4 9 は本発明の実施の形態 2 7 の流量計の動作を示すフローチャートである。実施の形態 2 3 と異なる点は、フィルター処理手段は、超音波流量検出手段の流量時間の間隔によってフィルター特性を変更する構成とした。

すなわち、図 4 9 に示すように、超音波流量計測手段で流量を計測する時間間隔が長い（例えば、12 秒）時は、フィルター係数  $\alpha 1$  が小さい値（例えば、 $\alpha 1 = 0.9$ ）を使用し、時間間隔が短い時は、フィルター係数  $\alpha 2$  が大きい値（例えば、 $\alpha 1 = 0.999$ ）を使用して、フィルター処理を行うこととした。

このように、流量検出時間の間隔によってフィルター特性を変更することで、計測間隔が短いときは、緩やかなフィルター特性で、間隔が広いときには急峻なフィルター特性で変動を抑えることができる。

#### （実施の形態 2 8）

図50は本発明の実施の形態28の流量計の動作を示すフローチャートである。実施の形態23と異なる点は、安定流量算出手段により算出した流量値の変動幅が所定値以内になるようにフィルター特性を変更する構成とした。

すなわち、図50に示すように、フィルター処理後の安定流量算出処理によって求められた流量の変動値が、所定値（例えば、1リットル／時間）以上の時は、フィルター係数 $\alpha$ を増加して流量変動が抑制される方向に制御し、所定値未満の時はフィルター係数 $\alpha$ を減少して流量変化に応答できる状態でフィルター処理を行うようにした。

このように、安定流量算出手段後の変動値が所定値内になるようにフィルター特性を適応しながら変更することによって、流量変動を常に所定値以下に抑制することができる。

なお、フィルター係数の増加幅は、流量の変動値によって変化させ、変動幅が大きい時は増加幅を大きくして、変動幅が小さい時は、増加幅を小さくしてフィルター係数を変化させることによって、流量の変動をすみやかに抑制することができる。

#### （実施の形態29）

図51は本発明の実施の形態29の流量計のブロック図である。実施の形態23と異なる点は、瞬時流量検出手段を熱式流量検出手段419としたことである。

図51に示すように、熱式流量検出手段419を用いることで、圧力変動がある場合に計測流量が変動するが、前記実施の形態23から28の方法を用いることで、同様の効果が得られ、流量を安定して精度よく計測することができる。

#### （実施の形態30）

図52は本発明の実施の形態30を示す流量計のブロック図である。

被測定流体が流れる流量測定部500と、この流量測定部500に設けられ超音波を送受信する一対の超音波振動子501、502と、一方の超音波振動子502を駆動する駆動回路503と、他方の超音波振動子501に接続され超音波

信号を検知する受信検知回路 5 0 4 と、超音波信号の伝搬時間を測定するタイマ 5 0 5 と、駆動回路 5 0 3 を制御する制御部 5 0 7 と、タイマの出力より流量を演算によって求める演算部 5 0 6 と、駆動回路 5 0 3 の駆動方法を順次変更する周期性変更手段 5 0 8 を備える。従来例と異なるところは、周期性変更手段 5 0 9 を設けたところであり、周期性変更手段 5 0 8 の詳細な図を図 5 3 に示す。5 1 0 は第 1 発振器ここでは 5 0 0 k H z の発振信号を発生する。5 1 1 は第 2 発振器であり 5 2 0 k H z の発振信号を発生する。5 1 2 は切替器であり、第 1 発振器 5 1 0 の出力か第 2 発振器 5 1 1 の出力を制御部 5 0 7 の出力によって切替え駆動回路 5 0 3 へ出力する。

まず制御部 5 0 7 が切替器 5 1 2 へ切替信号を出力し第 1 発振器 5 1 0 を選択する。つぎにタイマ 5 0 5 の時間計測を開始すると同時に駆動回路 5 0 3 へ送信開始信号を出力する。送信開始信号を受けた駆動回路 5 0 3 は切替器 5 1 2 からの入力である 5 0 0 k H z の発振信号によって超音波振動子 5 0 2 を駆動する。その後の動作は従来例と同じである。次に制御部 5 0 7 は切替器 5 1 2 へ切替信号を出力し第 2 発振器 5 1 1 を選択する。そして前回の流量測定と同じようにタイマ 5 0 5 の時間計測を開始すると同時に駆動回路 5 0 3 へ送信開始信号を出力する。送信開始信号を受けた駆動回路 5 0 3 は切替器 5 1 2 からの入力である 5 2 0 k H z の発振信号によって超音波振動子 5 0 1 を駆動する。

その後は交互にこの動作を続け流量測定する。このような測定をした場合の受信検知タイミングを図 5 4 に示す。この図に示すように 5 0 0 k H z と 5 2 0 k H z の受信信号は時間的にずれており、それぞれの受信検知タイミングは図 5 4 の (A)、(B) に示すように時間的にシフトする。このためこの実施の形態では測定の周期が一定とならないように制御部が流量計測における周期を順次変更するよう周期性変更手段を制御することとなり、測定周期あるいは超音波の送信周期に同期した雑音が受信の時に常に同じ位相に存在せず分散されるので、測定誤差を小さくすることができる。

また周期性変更手段を複数の周波数の出力信号を切り替え出力する構成とし、制御部は計測ごとに周期性変更手段の周波数設定を変更し駆動回路の駆動周波数を変更するよう制御するので、駆動周波数変更によって受信検知タイミングを駆動信号の周期変動に相当する時間変化させることができるので、測定周期あるいは超音波の送信周期に同期した雑音が受信の時に常に同じ位相に存在せず、分散されるので、測定誤差を小さくすることができる。

なお、実施の形態 30 では 2 つの発振器を切り替えることによって駆動周波数を変化させているが、駆動周波数を変化させて超音波振動子を駆動することができれば同様の効果を得ることができ、発振器の個数、駆動周波数、切替器の構成にとらわれるものではない。

(実施の形態 31)

図 55 は本発明の実施の形態 31 を示す流量計のブロック図である。

被測定流体が流れる流量測定部 500 と、この流量測定部 500 に設けられ超音波を送受信する一対の超音波振動子 501、502 と、一方の超音波振動子を駆動する駆動回路 503 と、他方の超音波振動子に接続され超音波信号を検知する受信検知回路 504 と、受信検知回路 504 の出力をうけ再度超音波振動子を駆動するよう駆動回路 503 を所定回数制御する制御部 507 と、所定回数の経過時間を測定するタイマ 505 と、タイマ 505 の出力より流量を演算によって求める演算部 506 と、駆動回路 503 の駆動方法を順次変更する周期性変更手段 508 とを備える。

図 56 は周期性変更手段の詳細なブロック図である。

512 は第 1 のディレイであり制御部 507 からの入力信号を受けた後 150  $\mu$ s 後に出力信号を発生させる、513 は第 2 のディレイであり制御部 507 からの入力信号を受けた後 150.5  $\mu$ s 後に出力信号を発生させる、514 は第 3 のディレイであり制御部 507 からの入力信号を受けた後 151  $\mu$ s 後に出力信号を発生させる、515 は第 4 のディレイであり制御部 507 からの入力信号

を受けた後 151. 5  $\mu$ s 後に出力信号を発生させる、515 は切替器であり第 1 から第 4 ののディレイ出力を制御部 507 の出力に応じて選別し駆動回路 503 に出力する。

実施の形態 1 と異なるところは、制御部 507 が受信検知回路 504 の出力を受けて再度超音波振動子を駆動するところと、この動作をディレイ設定数である 4 の整数倍繰り返し、その繰り返す中で、超音波の受信ごとに周期性変更手段 508 のディレイ時間を順次切替えるところである。

この構成によって、制御部 507 が超音波の受信検知ごとにディレイの設定を変更するので、一回の測定中で直前に送信した超音波の残響や超音波振動子の尾引きの影響を分散・平均化することができ、測定誤差を小さくすることができる。

また周期変更手段が変更する周期の幅を超音波振動子の共振周波数 500 kHz の位置周期である 2  $\mu$ s を均等に分割した値としているので、全設定を合計し平均した値は、周期 2  $\mu$ s の雑音である超音波センサの残響や尾引きによって発生する誤差を最小とすることができる。

更にまた、測定を繰り返す回数が、周期性変更手段の変更数である 4 のの整数倍としているので、一回の流量計測の中で周期性変更手段の各定値での測定を同数行うこととなり、測定結果が偏らなくなるため測定結果を安定させることができる。

更にまた、周期性を変更するパターンの順番を上流方向への測定と下流方向への測定とを同じとしている。具体的には、上流から下流への測定では、初めは第 1 のディレイ、次に第 2 のディレイ、次に第 3 のディレイ、次に第 4 のディレイ、そして第 1 のディレイに戻りこれを繰り返す。下流から上流への測定では必ず同じ順番でディレイを選択する様に動作している。このようにすることによって、上流方向と下流方向への流量計測が常に同じ条件となり特に流量変動がある場合の測定結果を安定化することができる。

なお、実施の形態 3 1 では 4 つのディレイを切り替えることによってディレイ時間を変化させているが、駆動タイミングを変化させて超音波振動子を駆動することができれば同様の効果を得ることができ、ディレイ時間、ディレイの個数、切替器の構成にとらわれるものではない。

5       また、変更するディレイ時間を制御部 5 0 7 と駆動回路 5 0 3 との間に入れているが受信検知回路 5 0 4 と制御部 5 0 7 との間であっても同様の効果を得ることができる。

10       また、ディレイを変化させる幅を  $2 \mu s$ 、変化させる設定数を 4、隣り合う設定ごとの変化は  $2 \mu s$  を 4 分割した  $0.5 \mu s$  としているが、1 周期の整数倍の値を等間隔に分割した値であれば良くこの値に制限されるものではない。

(実施の形態 3 2)

図 5 7 A は実施の形態 3 2 の流量計の周期性変更手段のブロック図である。

15       5 1 8 は発振器であり、5 1 9 は位相変換器である。発振器は  $500 \text{ kHz}$  の周波数で信号を出力し、位相変換器では制御部 5 0 7 からの位相変換信号に応じて発振器の信号の位相を進むあるいは遅らせ出力する。たとえば位相制御信号が H i の時には発振器 5 1 8 の出力をそのまま出力し、位相制御信号が L o の時には発振器 5 1 8 の出力信号の位相を  $180^\circ$  進めて出力する。この時の受信信号及び受信検知タイミングを図 5 7 B に示す。

20       この図のように、受信ポイントが  $1/2$  周期ずれるので、シフト時間は  $1 \mu s$  となる。

このように駆動位相変更によって受信検知タイミングを駆動信号の位相変動を時間に換算した時間変化させることができる。このため測定周期あるいは超音波の送信周期に同期した雑音が受信の時に常に同じ位相に存在せず、分散されるので、測定誤差を小さくすることができる。

25       なお、実施の形態 3 2 では 2 つの位相を切り替えることによって駆動信号の位相を変化させているが、駆動位相を変化させて超音波振動子を駆動することがで

できれば同様の効果を得ることができ、変化させる位相、切替器の構成にとらわれるものではない。

(実施の形態 3 3)

図 5 8 は実施の形態 3 3 の流量計の周期性変更手段のブロック図である。

5 5 2 0 は第 1 発振器であり超音波振動子の共振周波数 5 0 0 k H z の発振信号を出力する。5 2 1 は第 2 発振器であり、2 0 0 k H z の発振信号を出力する。5 2 2 は ON / OFF 回路であり、制御部 5 0 7 の ON / OFF 切替信号によって第 2 発振器の出力を波形加算部 5 2 3 へ出力する / しないを切り替える。波形加算器 5 2 3 は入力波形を合成し駆動回路 5 0 3 へ出力する。

10 超音波振動子は約 5 0 0 k H z で駆動すると振幅の大きい超音波信号が受信でき、2 0 0 k H z の信号成分だけで駆動しても超音波信号はほとんど受信できない。しかし約 5 0 0 k H z の発振周波数に対し約 2 0 0 k H z の発振信号を加算したりしなかったりすることにより、受信される超音波信号の周期が微妙に変化する。この結果受信検知タイミングを変化させることができる。このため測定周期あるいは超音波の送信周期に同期した雑音を受信の時に常に同じ位相に存在せず、分散されるので、測定誤差を小さくすることができる。

(実施の形態 3 4)

図 5 9 は実施の形態 3 4 の流量計の周期性変更手段のブロック図である。

20 5 2 0 は第 1 発振器であり超音波振動子の共振周波数 5 0 0 k H z の発振信号を出力する。5 2 1 は第 2 発振器であり、2 0 0 k H z の発振信号を出力する。5 2 4 は位相変換部であり、制御部 5 0 7 の出力に応じて第 2 発振器 5 2 1 の出力信号の位相を 1 8 0 ° 変換し出力する。5 2 3 は波形加算部であり、入力波形を合成し駆動回路 5 0 3 へ出力する。

25 超音波振動子は約 5 0 0 k H z で駆動すると振幅の大きい超音波信号が受信でき、2 0 0 k H z の信号成分だけで駆動しても超音波信号はほとんど受信できない。しかし約 5 0 0 k H z の発振周波数に対し約 2 0 0 k H z の発振信号の位相

を計測ごとに $180^\circ$  変転して加算した加算信号を基に駆動して受信される超音波信号の周期が微妙に変化する。この結果受信検知タイミングを変化させることができる。このため測定周期あるいは超音波の送信周期に同期した雑音を受信の時に常に同じ位相に存在せず、分散されるので、測定誤差を小さくすることができる。

#### (実施の形態 35)

図 60 は実施の形態 35 の流量計の周期性変更手段のブロック図である。

525 は第 1 発振器であり超音波振動子の共振周波数 500 kHz の発振信号を出力する。526 は第 2 発振器であり、200 kHz の発振信号を出力する。

522 は周波数変換部入力した信号の周波数を変換して出力する。ここでは $1/2$  の 100 kHz に変換する。523 は波形加算部であり、入力波形を合成し駆動回路 503 へ出力する。

超音波振動子は約 500 kHz で駆動すると振幅の大きい超音波信号が受信でき、200 kHz や 100 kHz の信号成分だけで駆動しても超音波信号はほとんど受信できない。しかし約 500 kHz の発振周波数に対し約 200 kHz を加算した加算信号と、500 kHz の発振周波数に対し 100 kHz を加算した加算信号を基に駆動して受信される超音波信号の周期が微妙に変化する。この結果受信検知タイミングを変化させることができる。このため測定周期あるいは超音波の送信周期に同期した雑音を受信の時に常に同じ位相に存在せず、分散されるので、測定誤差を小さくすることができる。

#### (実施の形態 36)

図 61 は実施の形態 36 の流量計のブロック図である。

被測定流体が流れる流量測定部 500 と、この流量測定部に設けられ超音波を送受信する一対の超音波振動子 501, 502 と、一方の超音波振動子 502 を駆動する駆動回路 503 と、他方の超音波振動子 501 に接続され超音波信号を検知する受信検知回路 504 と、超音波信号の伝搬時間を測定する第 1 のタイマ



5 2 7 と、受信検知回路 5 0 4 が受信検知してから第 1 のタイマ 5 2 7 の値が変化するまでの時間を測定する第 2 のタイマ 5 2 8 と、駆動回路 5 0 3 を制御する制御部 5 3 0 と、第 1 のタイマ 5 2 7 及び第 2 のタイマ 5 2 8 の出力より流量を演算によって求める演算部 5 0 6 と、超音波振動子 5 0 1, 5 0 2 と駆動回路 5 0 3、受信検知回路 5 0 4 との接続を切り替える切替回路 5 0 9 と、流量計の温度を測定し制御部 5 3 0 に出力する温度センサ 5 3 1 と、流量計を動作させている電源の電圧を測定する電圧センサ 5 3 2 を備える。

そして制御部 5 3 0 は駆動回路 5 0 3 に計測開始の信号を出力すると同時に第 1 のタイマ 5 2 7 の時間計測をスタートさせる。駆動回路 5 0 3 は信号入力があると超音波振動子 5 0 2 を駆動し超音波を発信する。発信された超音波は流体を伝播し超音波振動子 5 0 1 で受信される。受信検知回路 5 0 4 は受信した超音波信号を第 1 のタイマ 5 2 7 および第 2 のタイマ 5 2 8 へ出力する。第 1 のタイマ 5 2 7 は受信検知回路 5 0 4 からの入力信号をうけ時間計測をストップさせる。第 2 のタイマ 5 2 8 は受信検知回路 5 0 4 の出力を受け計時を開始し、第 1 のタイマ 5 2 7 から出力されているカウントアップタイミングに同期し計時をストップさせる。演算部 5 0 6 では第 1 のタイマ 5 2 7 および第 2 のタイマ 5 2 8 の時間計測結果を受け取り演算によって流量を求める。

図 6 2 に第 1 のタイマ 5 2 7 および第 2 のタイマ 5 2 8 の動作タイミングを示す。図 6 2 に示すように第 1 のタイマ 5 2 7 はクロックの立ち上がりで状態を変化するので、A で示す部分を余分に測定している。第 1 のタイマ 5 2 7 の測定分解能が図 6 2 の B で示す間隔となっているため測定誤差となる A の部分は測定ごとに発生している。そこで余分な A 部を第 2 のタイマ 5 2 8 で測定し演算部 5 0 6 で引き、より分解能の高い超音波の伝播時間を求め正確な流量値を得ている。

また、制御部 5 3 0 は第 1 のタイマ 5 2 7 をスタートすると同時に第 2 のタイマ 5 2 8 へスタート信号を出力し第 2 のタイマ 5 2 8 をスタートさせる。第 1 のタイマ 5 2 7 がカウントアップするタイミングとなると、第 1 のタイマ 5 2 7 が

ら第2のタイマ528へカウントアップタイミングと同期した出力信号が出力され第2のタイマ528を停止させる。この時のタイマ528の値は第1のタイマ1クロックの時間に測定する時間となる。この時間を演算部506で処理し、第2のタイマ528の1クロックあたりの時間を求め演算に使用する第2のタイマ528の1クロックあたりの時間を補正する。

この動作を温度センサ531または、電源電圧センサ532の出力がそれぞれ設定した値以上変動した場合に行う。このようにすることで、タイマ528は温度、電源電圧に対する安定度は不要となり、安価な部品を使用することができるようになる。さらに、頻繁に補正を行う必要もなく、消費電力を低く押さえる事ができる。

そして第1のタイマ527の値から第2のタイマ528の値を引いた値によって流量の演算を行うので、計時分解能は第2のタイマ528と同等になる。そして第2のタイマ528の動作時間は非常に短いので消費電力を小さくすることができ、分解能の高い流量計を低消費電力で実現することができる。さらに補正後流量測定するまでの間第2のタイマ528が安定に動作すれば正確な流量測定ができるので、第2のタイマ528に長期的な安定性がなくても正確な測定を行うことができる。一般的な部品で容易に高精度の流量計を実現できる。

また温度センサ531を設け、温度センサ531の出力が設定値以上変化した時に第2のタイマ528を第1のタイマ527で補正するものである。このため、第2のタイマ528が温度変化に対して特性が変化するものであっても温度変化が起こる都度補正し正確な測定を行うことができる。そして必要なときだけ補正を行うので、消費電力を小さくすることができる。

また電圧センサ532を設け、電圧センサ532の出力が設定値以上変化した時に第2のタイマ528を第1のタイマ527で補正するものである。このため、第2のタイマ528が電源電圧変化に対して特性が変化するものであっても電源電圧変化が起こる都度補正し正確な測定を行うことができる。そして必要なとき

だけ補正を行うので、消費電力を小さくすることができる。

またこのような補正を行うので、第1のタイマ527のクロックに水晶振動子、第2のタイマ528のクロックにCR発振回路を使用している。水晶振動子を使用したクロックなどでは非常に安定であるが動作開始から安定動作までに時間がかかる。またCR発振回路は長時間にわたる安定性は確保できないが、動作がすぐ

5 ぐに安定し非同期ですばやく動作するタイマを容易に実現することができる。第1のタイマ527のクロックに水晶振動子、第2のタイマ528のクロックにCR発振回路を使用することによって、分解能が高く安定したタイマを容易に実現することができる。

10 なお、実施の形態36の図62では、第2のタイマが停止するタイミングを、第2のタイマが動作した後に次に第1のタイマのクロックが立ち下がるタイミングとしているが、第1のタイマと同期したタイミングであればその後の演算によって正確な時間を求めることができるので、このタイミングに制限されるものではない。

15 (実施の形態37)

図63は実施の形態37の流量計のブロック図である。

また流量測定部500と、この流量測定部500に設けられ超音波を送受信する一対の超音波振動子501、502と、一方の超音波振動子502を駆動する駆動回路503と、他方の超音波振動子501に接続され超音波受信信号を検知

20 する受信検知回路504と、受信検知回路504の出力をうけ再度超音波振動子502を駆動するよう駆動回路503を所定回数制御する制御部507と、所定回数の経過時間を測定するタイマ505と、タイマ505の出力より流量を演算によって求める演算部506と、駆動回路503の駆動方法を順次変更する周期性安定化手段であるディレイ部533とを備える。

25 そして制御部507はディレイ部533に計測開始の信号を出力すると同時にタイマ505の時間計測をスタートさせる。ディレイ部533は制御部からの設

定信号で設定した遅延時間の後に駆動回路 5 0 3 へ信号を出力する。駆動回路 5 0 3 は信号入力があると超音波振動子 5 0 2 を駆動し超音波を発信する。発信された超音波は流体を伝播し超音波振動子 5 0 1 で受信される。受信検知回路 5 0 4 は受信した超音波信号をディレイ部 5 3 3 へ出力し駆動回路を前回と同様に動作させ再度超音波を送信させる。受信検知回路 5 0 4 の出力信号を受けた制御部 5 0 7 はこの繰り返し動作をカウントし所定回数に達するとタイマ 5 0 5 を停止させる。演算部 5 0 6 ではタイマ 5 0 5 の時間計測結果を受け取り演算によって流量を求める。

制御部 5 0 7 はタイマ 5 0 5 の値を受け取り、常に一定となるようにディレイ部 5 3 3 のディレイ時間を設定する。こうすることによって制御部 5 0 7 は測定周期が常に一定となるように制御するものである。そして、この構成によって、伝搬時間が変化した時であっても測定周期が常に一定になるので、測定周期あるいは超音波の送信周期に同期した雑音が生じた場合にも伝搬時間変動に関係なく受信の時に常に同じ位相であるので、測定誤差を一定値とすることができ、非常に長い雑音周期であっても流量計測を安定化することができる。

また制御部 5 0 7 は測定時間を一定とするようディレイ部 5 3 3 を制御するので、一回一回の超音波の伝搬時間を演算すること無く、簡単な演算で測定周期を一定に制御することができる。

なお、実施の形態 3 7 ではディレイ時間を変えて測定周期を一定としたが、測定周期が一定となれば同様の効果を得ることができ、たとえば超音波振動子間の距離を変更するなどの方法を取っても同様の効果を得ることができる。

また、流れがある場合には上流から下流方向への超音波の伝搬時間と、下流から上流方向への超音波の伝搬時間とが異なるので、測定周期安定のために異なるディレイを設定することも可能である。

また、流量がさらに大きく周期的な雑音による誤差が無視できるような場合には、周期性安定化手段の動作を停止し、電力を低減することができる。

また、測定開始時に測定周期安定化手段の設定を変更しつつ流量測定し、測定周期変動に対し測定結果がもっとも変化しない測定周期を、目標の測定周期に設定することによって、更に安定した測定結果を得ることができる。

## 5 産業上の利用可能性

以上説明したように本発明の流量計によれば、次の効果が得られる。

本発明は上記課題を解決するために、流路に設けられて流体の状態変化を用いて送受信する送受信手段と、前記送受信を繰返し行う繰返手段と、前記繰返手段で繰り返される伝搬時間を計測する計時手段と、前記計時手段の値に基づいて流量を検出する流量検出手段と、所定の繰返し回数に変更する回数変更手段を備えているので、最適な繰返し回数に変更することで流れの変動による影響を抑制することができ安定した流量計測を高精度で実現できる。

また、流体の状態変化として音波の伝搬を用いた一对の送受信手段を備えているので、音波の送受信手段を用いることで、流体の状態変化があった場合でも音波の伝搬を行うことができ、変動に最適な繰返し回数に変更することで精度よく安定して流量計測を行うことができる。

また、流体の状態変化として熱の伝搬を用いた送受信手段を備えているので、熱の送受信手段をもちいることで、流体の状態変化があった場合でも熱の伝搬を行うことができ、変動に最適な繰返し回数に変更することで精度よく安定して流量計測を行うことができる。

また、繰返手段で繰返し計測する伝搬時間の途中情報を検出する経過時間検出手段と、前記経過時間検出手段の情報から流量変動の周期を検出する周期検出手段と、前記周期検出手段で検出された周期のほぼ整数倍の測定時間に設定する回数変更手段とを備えているので、特定の検出手段を必要とせず、流量検出を行う前に計時手段の途中情報から周期を検出して周期の整数倍とすることができるので、流量計測は安定して精度よく計測することができる。

また、経過時間検出手段により得られた繰返し行われる送受信の各伝搬時間を少なくとも1個以上保持するデータ保持手段と、前記データ保持手段により保持されたデータと計測された伝搬時間のデータを比較することによって周期を検出する周期検出手段を備えているので、データ保持手段によって瞬時瞬時の計時情報

5 情報を保持し比較することで周期を検出することができる。

また、回数変更手段は、所定の処理の時に動作する構成としているので、所定の処理の時のみに行うことで、必要最低限の処理にすることができ消費電力を大幅に低減することができる。

また、回数変更手段は、所定流量計測のたびに動作する構成としているので、

10 所定流量計測のたびに行うことで、激しく変動する流れにおいても安定して流量を精度よく計測することができる。

また、回数変更手段は、流量計測処理の前に行われる構成としているので、流量計測を行う前に繰返し回数を所定の回数に設定するので、流量計測は安定して精度よく行える。

また、所定処理は、計測流量から流量の異常を判別する異常判別手段と、計測

15 流量から流量の使用状況を管理する流量管理手段とを行う構成としているので、異常判別や流量管理の処理の時のみとすることで、回数変更を行う処理を最低限押さえられ低消費電力とすることができる。

また、周期検出手段で得られた周期に合せた繰返し回数は、次回の流量計測時

20 に使用される構成としているので、次回の計測に使用することで、周期検出のための繰返し計測が不要となり、低消費電力とすることができる。

また、計測流量が所定流量未満の時に、回数変更手段を動作させる構成としているので、所定流量以下の時のみ行うことで、大流量時には処理せず低消費電力とすることができる。

また、流路に設けられて流体の状態変化を送受信する送受信手段と、前記送受信手段で送受信される伝搬時間を計測する計時手段と、前記計時手段の値に基づ

25

いて流量を検出する流量検出手段と、前記送受信手段で流路内の変動を計測する変動検出手段と、前記変動検出手段の変動のタイミングに同期して計測を開始する計測制御手段とを備えているので、送受信手段で流路内の変動を計測することによって、変動検出用の別センサを設ける必要がなく、小型化や流路などを簡素化することができるとともに、変動が発生した場合でも短時間で安定して精度よく流量が計測できる。

また、流体の状態変化として音波の伝搬を用いた一对の送受信手段を備えているので、流体の状態変化を音波の送受信手段で検出することができ、変動のタイミングに同期して計測を開始することで精度よく安定して流量計測を行うことができる。

また、流体の状態変化として熱の伝搬を用いた送受信手段を備えているので、流体の状態変化を熱の送受信手段で検出することができ、変動のタイミングに同期して計測を開始することで精度よく安定して流量計測を行うことができる。

また、流路に設けられて音波を送受信する第1振動手段および第2振動手段と、前記第1振動手段および第2振動手段の送受信の動作を切替える切替手段と、前記第1振動手段および第2振動手段の少なくとも一方で流路内の圧力変動を検出する変動検出手段と、前記第1振動手段および第2振動手段で送受信される音波の伝搬時間を計測する計時手段と、前記変動検出手段の出力が所定変化した時に流路の上流側の第1振動手段から下流側の第2振動手段に伝搬する第1計時時間T1を前記計時手段が測定し、また、前記変動検出手段の出力が前記所定変化と逆に変化した時には流路の下流側の第2振動手段から上流側の第1振動手段に伝搬する第2計時時間T2を前記計時手段が測定する制御を行う計測制御手段と、前記第1計時時間T1と前記第2計時時間T2を用いて流量を算出する流量検出手段とを備えた構成としているので、圧力変動の変化が逆になるタイミングで計測することで、圧力変動と計測するタイミングの位相をずらすことができ、圧力変動による計測誤差を相殺することができる。

また、変動検出手段の出力が所定変化した時に第1計時時間T1の測定を開始し、前記変動検出手段の出力が前記所定変化と逆に変化した時に第2計時時間T2の測定を開始する計測制御と、次回の計測時は、変動検出手段の出力が前記所定変化と逆に変化した時に第1計時時間T1の測定を開始し、前記変動検出手段の出力が所定変化した時に第2計時時間T2の測定を開始計測制御を行う計測制御手段と、計測開始を交互に変更しながら前回の第1計時時間T1と第2計時時間T2を用いて求めた第1流量と、次回の第1計時時間T1と第2計時時間T2を用いて求めた第2流量を逐次平均処理することにより流量を算出する流量検出手段を備えた構成としているので、計測するタイミングを前述のように変えて第1計時時間T1と第2計時時間T2することで、圧力変動が高圧側、低圧側で非対称となっていて、その圧力変動の影響を相殺することができる。

また、送受信を複数回行う繰返手段を備えた構成としているので、計測回数を増加することで平均化することができ、安定した流量計測を行うことができる。

また、変動周期の整数倍時間にわたって送受信を複数回行う繰返手段を備えているので、変動周期で計測することで圧力変動が平均化され安定した流量を計測することができる。

また、変動検出手段の出力が所定変化した時に送受信計測を開始し、前記変動検出手段の出力が前記所定変化と同じ変化をするまで繰返し音波の送受信計測を行う繰返手段を備えているので、計測の開始と停止を圧力変動の周期と一致させることができるので、変動周期で計測することができ圧力変動が平均化され安定した流量を計測することができる。

また、第1振動手段および第2振動手段を、音波の送受信に用いる場合と、圧力変動の検出に用いる場合を切替える選択手段を備えた構成としているので、第1振動手段および第2振動手段の少なくとも一方を圧力検出に使用することができ、流量計測と圧力計測を両立することができる。

また、変動波形の交流成分のゼロ付近を検出する変動検出手段を備えているの



で、変動のゼロ成分付近で変動を検出することで流量計測を行う時間の範囲が変動ゼロ付近から計測を開始することができ、変動の少ない時間内に流量計測を行うことで流体変動時の計測を安定化することができる。

また、変動検出手段の信号の周期を検出する周期検出手段と、前記周期検出手段の検出した周期が、所定の周期の時にのみ計測を開始する計測制御手段を備えているので、所定周期の時のみに計測を開始することで、所定の変動時に計測が行え、安定した流量を計測することができる。

また、変動検出手段の信号が検出できなかった時は、所定時間後に計測を自動的にスタートする検出解除手段を備えているので、変動がなくなった場合でも所定時間がくれば自動的に流量を計測することができる。

また、送受信手段および第1振動手段および第2振動手段は、圧電式振動子からなる構成としているので、圧電式振動子とすることで超音波を送受信に用いながら、かつ圧力変動も検出することができる。

また、流路に設けられて流体の状態変化を用いて送受信する送受信手段と、前記送受信手段の信号伝搬を繰返し行う繰返手段と、前記繰返手段で繰り返される間の伝搬時間を計測する計時手段と、前記計時手段の値に基づいて流量を検出する流量検出手段と、流路内の流体変動を検出する変動検出手段と、前記各手段を制御する計測制御手段と、前記各手段の異常を監視する計測監視手段とを備えているので、流路内の流れに変動がある場合、その変動に合わせて流量を計測するとともに計測監視手段によって異常を素早く検出することができるので、異常時の処置が的確に行え、計測値が安定し精度よく流量が計測でき信頼性を向上することができる。

また、流体の状態変化として音波の伝搬を用いた一対の送受信手段を備えているので、音波を用いることで流体に変動があっても流量計測が行えると共に、計測監視手段によって異常時の処置が的確に行え信頼性を向上することができる。

また、流体の状態変化として熱の伝搬を用いた送受信手段を備えているので、

熱伝搬を用いることで流体に変動があっても流量計測が行えると共に、計測監視手段によって異常時の処置が的確に行え信頼性を向上することができる。

5       また、流路に設けられて音波を送受信する1対の送受信手段と、前記送受信手段の信号伝搬を繰返し行う繰返手段と、前記繰返手段で繰り返される間の音波の伝搬時間を計測する計時手段と、前記計時手段の値に基づいて流量を検出する流量検出手段と、流路内の流体変動を検出する変動検出手段と、前記各手段を制御する計測制御手段と、前記計測制御手段の指示信号後、前記変動検出手段の第1出力信号時に音波の送信開始を指示する開始信号と、前記変動検出手段の第2出力信号時に音波の送受信の繰返終了を指示する終了信号と、前記開始信号と前記  
10       終了信号の異常を監視する計測監視手段とを備えているので、流路内の流れに変動がある場合、その変動周期に同期して計測するとともに計測監視手段によって異常を検出することができるので、計測値が安定し精度よく流量が計測でき、かつ異常時の処置が的確に行へ、計測流量値の信頼性を向上することができる。

15       また、計測制御手段の指示の後、所定時間内に開始信号が発生しなかった時、所定時間後に音波の送信開始を指示する計測監視手段を備えているので、変動がなく所定時間内に開始信号がない場合でも、所定時間ごとに流量を計測することができるとともに、データの欠落を防止することができる。

20       また、計測制御手段の指示の後、所定時間内に開始信号が発生しなかった時、所定時間後に音波の送信開始を指示し、所定の繰返し回数で計測を行う計測監視手段を備えているので、変動がなく所定時間内に開始信号がない場合でも、所定時間ごとに所定の繰返し回数で流量を計測することができるとともに、データの欠落を防止することができる。

25       また、計測制御手段の指示の後、所定時間内に開始信号が発生しなかった時、次の計測制御手段の指示まで計測を行わない計測監視手段を備えているので、次の計測指示まで待機することで、無駄な計測を止め消費電力の節減を行うことができる。

また、開始信号の後、所定時間内に終了信号が発生しなかった時、音波の受信を終了する計測監視手段を備えているので、強制的に終了することで終了待ちで計測が停止することがなく、次の処理に進むことができ、安定した計測動作が行える。

- 5       また、開始信号の後、所定時間内に終了信号が発生しなかった時、音波の受信を終了して、再度開始信号を出力する計測監視手段を備えているので、強制的に終了することで終了待ちで計測が停止することがなく、再度開始信号を出力することで再計測を行い、安定した計測動作が行うことができる。

- 10       また、繰返し回数が異常になったとき、送受信の処理を停止する計測監視手段を備えているので、繰返し回数が異常の時は、計測を停止することによって精度のよいデータのみを使用して流量計測を行うことができる。

- 15       また、1対の送受信手段のうち、一方の送受信手段から送信を行い他方の送受信手段で受信する計測時の第1繰返し回数と、他方の送受信手段から送信を行い一方の送受信手段で受信する計測時の第2繰返し回数を比較し、両繰返し回数の差が所定回数以上の時、再度開始信号を出力する計測監視手段を備えているので、繰返し回数が大きく異なる時は再計測を行うことで、変動周期が安定した状態で計測することで精度の高い流量計測を行うことができる。

- 20       また、1対の送受信手段のうち、一方の送受信手段から送信を行い他方の送受信手段で受信する計測時の第1繰返し回数と、他方の送受信手段から送信を行い一方の送受信手段で受信する計測時の第2繰返し回数は同じ回数になるように設定する繰返手段を備えているので、同じ繰返し回数とすることで、変動周期が不安定な場合でも所定の流量計測を行うことができる。

- 25       また、再度開始信号を出力する回数は所定回数までとし、永久に繰返すことがないように監視する計測監視手段を備えているので、再計測の回数を制限することで無限に処理が続くことがないようにして安定した流量計測を行うことができる。

また、超音波の送受信を複数回繰返して計測した伝搬時間の逆数差から流量を

計測することとしているので、超音波を用いることで、流路内の変動周波数の影響を受けずに送受信が可能で、かつ送受信を繰返して伝搬時間を計測した時間の逆数差から流量を計測することで、周期の長い変動でも1周期単位で計測することができるとともに、逆数差により変動による伝搬時間の差を相殺することができる。

また、瞬時流量を検出する瞬時流量検出手段と、流量値が脈動しているか否かを判別する脈動判別手段と、前記脈動判別手段の判定結果によって異なった手段を用いて流量値を算出する少なくとも1つ以上の安定流量算出手段を備えているので、計測流量の変動を判別して流量の算出手段を切替えることで、変動量に応じて一つの流量計測手段で安定した流量の算出が可能とすることができる。

また、瞬時流量を検出する瞬時流量検出手段と、流量値をデジタルフィルター処理するフィルター処理手段と、前記フィルター処理手段によって流量値を算出する安定流量算出手段を備えているので、デジタルフィルター処理することによって、平均処理相当の算術計算が多くのデータ用メモリーを使用せずに行うことができるとともに、フィルター係数という一つの変数を変更することで、フィルター特性を変更することができる。

また、脈動判別手段が脈動と判別した時に、流量値をデジタルフィルター処理手段によって安定値を算出する安定流量算出手段を備えているので、脈動時には、急峻なフィルター特性とすることで大きな脈動を安定させることができるとともに、脈動時のみフィルター処理することが可能である。

また、脈動判別手段は、流量値の変動幅が所定値以上か否かを判別する構成としているので、脈動の変動幅によって判別することで脈動の変動幅に応じてフィルター処理を変更することができる。

また、フィルター処理手段は、流量値の変動幅によってフィルター特性を変更する構成としているので、変動幅によってフィルター特性を変更することで、小さい変動時には緩やかなフィルター特性として流量の変動に速やかに変動できる

ようにするとともに、大きい変動時には、急峻なフィルター特性とすることで脈動による流量の変動を大きく抑制することができる。

また、瞬時流量検出手段が検出した流量値が、低流量時にのみフィルター処理を行う構成としているので、低流量時にのみフィルター処理を行うことで大流量時の流量変化に素早く対応するとともに、低流量時の脈動の影響を大幅に抑制することができる。

また、フィルター処理手段は、流量値によってフィルター特性を変更する構成としているので、流量値によってフィルター特性を変更することで、低流量時にのみフィルター処理を行うことで大流量時の流量変化に素早く対応するとともに、低流量時の脈動の影響を大幅に抑制することができる。

また、フィルター処理手段は、瞬時流量検出手段の流量時間の間隔によってフィルター特性を変更する構成としているので、流量検出時間の間隔によってフィルター特性を変更することで、計測間隔が短いときは、緩やかなフィルター特性で、間隔が広いときには急峻なフィルター特性で変動を抑えることができる。

また、大流量値の時には、フィルター特性のカットオフ周波数が高くなるように変更し、低流量時には、カットオフ周波数が低いフィルター特性を持つように変更するフィルター処理手段を備えているので、大流量時には、応答性が速くなり、低流量時には脈動を抑制する処理とすることができる。

また、安定流量算出手段により算出した流量値の変動幅が所定値以内になるようにフィルター特性を変更する構成としているので、変動値が所定値内になるようにフィルター特性を変更することによって、流量変動を常に所定値以下に抑制することができる。

また、超音波により流量を検出する超音波流量計を瞬時流量検出手段としているので、超音波流量計を用いることで、大幅な流量変動が発生しても瞬時流量を計測することができるので、その流量値から算術により安定流量を求めることができる。

また、熱式流量計を瞬時流量検出手段としているので、熱式流量計を用いることで、大幅な流量変動が発生しても瞬時流量を計測することができるので、その流量値から算術により安定流量を求めることができる。

5 また、測定の周期が一定とならないように制御部が流量計測における周期を順次変更するよう周期性変更手段を制御するので、測定周期あるいは超音波の送信周期に同期した雑音を受信の時に常に同じ位相に存在せず分散されるので、測定誤差を小さくすることができる。

10 また、駆動回路の駆動方法を順次変更する周期性変更手段とを備え、周期が一定とならないように制御部は前記受信検知回路の出力を受けると前記受信検知回路の受信検知ごとに周期性変更手段を変更するので、1回の流量測定の中で周期変更手段を複数の設定で動作させ測定できるので、雑音が分散平均化した測定結果となり安定した測定結果を得ることができる。

15 また、周期性変更手段を複数の周波数の出力信号を切り替え出力する構成とし、制御部は計測ごとに前記周期性変更手段の周波数設定を変更し駆動回路の駆動周波数を変更するよう制御するので、駆動周波数変更によって受信検知タイミングを駆動信号の周期変動に相当する時間変化させることができる。このため測定周期あるいは超音波の送信周期に同期した雑音を受信の時に常に同じ位相に存在せず、分散されるので、測定誤差を小さくすることができる。

20 また、周期性変更手段を同じ周波数で複数の位相を持った出力信号を出力する構成とし、制御部は計測ごとに前記周期性変更手段の出力信号の位相設定を変更し駆動回路の駆動位相を変更するよう制御するので、駆動位相変更によって受信検知タイミングを駆動信号の位相変動を時間に換算した時間変化させることができる。このため測定周期あるいは超音波の送信周期に同期した雑音を受信の時に常に同じ位相に存在せず、分散されるので、測定誤差を小さくすることができる。  
25

また、周波数変更手段を超音波振動子の使用周波数である第1周波数と前記第

1 周波数とは異なる第2周波数の信号を重ね合わせて出力する構成とし、制御部は計測毎に前記周期性変更手段の第2周波数の設定を変更した出力信号を前記駆動回路を介して出力するので、流量計測における周期性を乱すことができる。このため測定周期あるいは超音波の送信周期に同期した雑音を受信の時に常に同じ位相に存在せず、分散されるので、測定誤差を小さくすることができる。

また、周期性変更手段は第2周波数がある場合と無い場合の設定を切り替えることによって、送信時の超音波振動子の振動を変え受信検知タイミングを変えるので、流量計測における周期性を乱すことができ、測定周期あるいは超音波の送信周期に同期した雑音を受信の時に常に同じ位相に存在せず、分散されるので、測定誤差を小さくすることができる。

また、周期性変更手段は第2周波数の位相設定を変更するので、送信時の超音波振動子の振動を変え受信検知タイミングを変えるので、流量計測における周期性を乱すことができ、測定周期あるいは超音波の送信周期に同期した雑音を受信の時に常に同じ位相に存在せず、分散・平均化されるので、測定誤差を小さくすることができる。

また、周期性変更手段は第2周波数の周波数設定を変更するので、送信時の超音波振動子の振動を変え受信検知タイミングを変えるので、流量計測における周期性を乱すことができ、測定周期あるいは超音波の送信周期に同期した雑音を受信の時に常に同じ位相に存在せず、分散されるので、測定誤差を小さくすることができる。

また、周期性変更手段は異なる遅延時間が設定可能なディレイ部を備え、制御部は超音波の送信または超音波の受信検知ごとに前記ディレイの設定を変更するので、一回の測定中で直前に送信した超音波の残響や超音波振動子の尾引きの影響を分散させることができ、測定誤差を小さくすることができる。

また、周期変更手段が変更する周期の幅が測定誤差による伝搬時間変動に相当する値の整数倍とするので、全設定を合計し平均をとった時に誤差を最小とする

ことができる。

また、周期変更手段が変更する周期の幅が超音波振動子の共振周波数の周期とするので、全設定を合計を平均した値は、超音波センサの残響や尾引きによって発生する測定誤差が最小となるので、測定誤差を小さくすることができる。

5       また、周期性を変更するパターンの順番を上流方向への測定と下流方向への測定とを同じとするので、上流方向と下流方向への測定が常に同じ条件となり流量変動がある場合の測定結果を安定化することができる。

10       また、所定回数が周期性変更手段の変更数の整数倍であるので、一回の流量計測の中で前記周期性変更手段の全設定値を均一に設定することができ、測定結果を安定させることができる。

15       また、第2のタイマによって、受信検知から次のタイマのカウントアップ・タイムまでの時間を測定することによって、第1のタイマより分解能が高い測定をすることができる。また、同じ分解能の流量計と比較して、受信検知後にわずかな時間第2のタイマを動作させればよいので、消費電力も小さくすることができる。

20       また、第2のタイマを第1のタイマで補正するので、第2のタイマは短い時間の安定度さえあればよく、特殊な部品を使用する必要がない。このため高分解能の流量計を容易に実現できる。

25       また、温度センサの出力が設定値以上変動した場合に第1のタイマによって第2のタイマを補正するので、第2のタイマが温度の変化によって動作が大きく変化するものであっても使用することが可能となる。

30       また、電圧センサの出力が設定値以上変動した場合に第1のタイマによって第2のタイマを補正するので、第2のタイマが電圧の変化によって動作が大きく変化するものであっても使用することが可能となる。

35       また、被測定流体が流れる流量測定部と、この流量測定部に設けられ超音波を送受信する一対の超音波振動子と、一方の前記超音波振動子を駆動する駆動回路



と、他方の前記超音波振動子に接続され超音波信号を検知する受信検知回路と、  
受信検知回路の出力をうけ再度超音波振動子を駆動するよう前記駆動回路を所定  
回数制御する制御部と、前記所定回数の経過時間を測定するタイマと、前記タイ  
マの出力より流量を演算によって求める演算部と、駆動回路の駆動方法を順次変  
5 更する周期性安定化手段とを備え、制御部は測定周期が常に一定となるように周  
期性安定化手段を制御するものである。そして、この構成によって、伝搬時間が  
変化した時であっても測定周期が常に一定になるので、測定周期あるいは超音波  
の送信周期に同期した雑音が生じた場合にも受信の時に常に同じ位相で  
あるため、測定誤差を一定値とすることができ、非常に長い雑音周期であっても  
10 流量計測を安定化することができる。

また、制御部は異なる遅延時間が設定可能なディレイ部からなる周期性安定化  
手段を有し、前記制御部は遅延時間を切り替えて駆動回路の出力タイミングを変  
更するものである。そして、ディレイ時間を変更することによって測定周期を安  
定化させるので、超音波振動子の駆動に影響を与えることなく測定周期を安定化  
15 できる。

また、制御部は測定時間を一定とするよう駆動回路を制御するので、一回一回  
の超音波の伝搬時間を演算すること無く、簡単な演算で測定周期を一定に制御す  
ることができる。

## 請求の範囲

1. 流路に設けられて流体の状態変化を用いて送受信する送受信手段と、前記送  
受信手段の信号伝搬を繰返し行う繰返手段と、前記繰返手段で繰り返される間の  
5 状態変化の伝搬時間を計測する計時手段と、前記計時手段の値に基づいて流量を  
検出する流量検出手段と、所定の繰返し回数に変更する回数変更手段を備えた流  
量計。
2. 流体の状態変化として音波の伝搬を用いた一対の送受信手段を備えた請求項  
10 1 記載の流量計。
3. 流体の状態変化として熱の伝搬を用いた送受信手段を備えた請求項 1 記載の  
流量計。
- 15 4. 繰返手段で繰返す伝搬時間の途中情報を検出する経過時間検出手段と、前記  
経過時間検出手段の情報から流量変動の周期を検出する周期検出手段と、前記周  
期検出手段で検出された周期のほぼ整数倍の測定時間に設定する回数変更手段と  
を備えた請求項 1 から 3 のいずれか 1 項記載の流量計。
- 20 5. 経過時間検出手段により得られた送受信の伝搬時間を少なくとも 1 個以上保  
持するデータ保持手段と、前記データ保持手段により保持されたデータと計測さ  
れた伝搬時間のデータを比較することによって周期を検出する周期検出手段を備  
えた請求項 4 記載の流量計。
- 25 6. 回数変更手段は、所定処理の時に動作する請求項 1 から 5 のいずれか 1 項項  
記載の流量計。

7. 回数変更手段は、所定流量計測のたびに動作する請求項 6 記載の流量計。

8. 回数変更手段は、流量計測処理の前に行われる請求項 6 記載の流量計。

5

9. 所定処理は、流量計測から流量の異常を判別する異常判別手段と、計測流量から流量の使用状況を管理する流量管理手段とを行う請求項 6 記載の流量計。

10

10. 周期検出手段で得られた周期に合せた繰返し回数は、次回の流量計測時に使用される請求項 4 から 9 のいずれか 1 項記載の流量計。

11. 計測流量が所定流量未満の時に、回数変更手段を動作させる請求項 1 から 5 のいずれか 1 項記載の流量計。

15

12. 流路に設けられて流体の状態変化を用いて送受信する送受信手段と、前記送受信手段で送受信される状態変化の伝搬時間を計測する計時手段と、前記計時手段の値に基づいて流量を検出する流量検出手段と、前記送受信手段で流路内の変動を計測する変動検出手段と、前記変動検出手段の変動のタイミングに同期して計測を開始する計測制御手段とを備えた流量計。

20

13. 流体の状態変化として音波の伝搬を用いた一対の送受信手段を備えた請求項 12 記載の流量計。

25

14. 流体の状態変化として熱の伝搬を用いた送受信手段を備えた請求項 12 記載の流量計。

1 5. 流路に設けられて音波を送受信する第 1 振動手段および第 2 振動手段と、  
前記第 1 振動手段および第 2 振動手段の送受信の動作を切換える切換手段と、前  
記第 1 振動手段および第 2 振動手段の少なくとも一方で流路内の圧力変動を検出  
する変動検出手段と、前記第 1 振動手段および第 2 振動手段で送受信される音波  
5 の伝搬時間を計測する計時手段と、前記変動検出手段の出力が所定変化した時に  
流路の上流側の第 1 振動手段から下流側の第 2 振動手段に伝搬する第 1 計時時間  
T 1 を前記計時手段が測定し、また、前記変動検出手段の出力が前記所定変化と  
逆に変化した時には流路の下流側の第 2 振動手段から上流側の第 1 振動手段に伝  
搬する第 2 計時時間 T 2 を前記計時手段が測定する同期制御を行う計測制御手段  
10 と、前記第 1 計時時間 T 1 と前記第 2 計時時間 T 2 を用いて流量を算出する流量  
検出手段とを備えた請求項 1 3 記載の流量計。

1 6. 変動検出手段の出力が所定変化した時に第 1 計時時間 T 1 の測定を開始し、  
前記変動検出手段の出力が前記所定変化と逆に変化した時に第 2 計時時間 T 2 の  
15 測定を開始する計測制御と、回目の計測時は、変動検出手段の出力が前記所定変  
化と逆に変化した時に第 1 計時時間 T 1 の測定を開始し、前記変動検出手段の出  
力が所定変化した時に第 2 計時時間 T 2 の測定を開始計測制御を行う計測制御手  
段と、計測開始を交互に変更しながら前回の第 1 計時時間 T 1 と第 2 計時時間 T  
2 を用いて求めた第 1 流量と、回目の第 1 計時時間 T 1 と第 2 計時時間 T 2 を用  
20 いて求めた第 2 流量を逐次平均処理することにより流量を算出する流量検出手段  
を備えた請求項 1 5 記載の流量計。

1 7. 送受信を複数回行う繰返手段を備えた請求項 1 2 から 1 6 のいずれか 1 項  
記載の流量計。

1 8. 変動周期の整数倍時間にわたって送受信を複数回行う繰返手段を備えた請

求項 1 7 項記載の流量計。

1 9. 変動検出手段の出力が所定変化した時に送受信計測を開始し、前記変動検出手段の出力が前記所定変化と同じ変化をするまで繰返し送受信計測を行う繰返  
5 手段を備えた請求項 1 8 項記載の流量計。

2 0. 第 1 振動手段および第 2 振動手段を、音波の送受信に用いる場合と、圧力  
変動の検出に用いる場合を切替える選択手段を備えた請求項 1 2 と 1 5 から 1 9  
10 のいずれか 1 項記載の流量計。

2 1. 変動波形の交流成分のゼロ付近を検出する変動検出手段を備えた請求項 1  
5 から 2 0 項のいずれか 1 項記載の流量計。

2 2. 変動検出手段の信号の周期を検出する周期検出手段と、前記周期検出手段  
15 の検出した周期が、所定の周期の時にのみ計測を開始する計測制御手段を備えた  
請求項 1 5 から 2 1 のいずれか 1 項記載の流量計。

2 3. 変動検出手段の信号が検出できなかった時は、所定時間後に計測を自動的に  
20 スタートする検出解除手段を備えた請求項 1 5 から 2 2 のいずれか 1 項記載の  
流量計。

2 4. 送受信手段および第 1 振動手段と第 2 振動手段は、圧電式振動子からなる  
請求項 1 5 から 2 3 のいずれか 1 項記載の流量計。

2 5. 流路に設けられて流体の状態変化を用いて送受信する送受信手段と、前記  
25 送受信を繰返し行う繰返手段と、前記繰返手段で繰り返される間の伝搬時間を計

測する計時手段と、前記計時手段の値に基づいて流量を検出する流量検出手段と、流路内の流体変動を検出する変動検出手段と、前記各手段を制御する計測制御手段と、前記各手段の異常を監視する計測監視手段とを備えた流量計。

5        26．流体の状態変化として音波の伝搬を用いた一对の送受信手段を備えた請求項25記載の流量計。

27．流体の状態変化として熱の伝搬を用いた送受信手段を備えた請求項25記載の流量計。

10        28．流路に設けられて音波を送受信する1対の送受信手段と、前記送受信手段の信号伝搬を繰返し行う繰返手段と、前記繰返手段で繰り返される間の音波の伝搬時間を計測する計時手段と、前記計時手段の値に基づいて流量を検出する流量検出手段と、流路内の流体変動を検出する変動検出手段と、前記各手段を制御する計測制御手段と、前記計測制御手段の計測指示信号後、前記変動検出手段の第1出力信号時に音波の送信開始を指示する開始信号と、前記変動検出手段の第2出力信号時に音波の送受信の繰返終了を指示する終了信号と、前記開始信号と前記終了信号の異常を監視する計測監視手段とを備えた請求項26記載の流量計。

15        29．計測制御手段の指示の後、所定時間内に開始信号が発生しなかった時、所定時間後に音波の送信開始を指示する計測監視手段を備えた請求項28項記載の流量計。

20        30．計測制御手段の指示の後、所定時間内に開始信号が発生しなかった時、所定時間後に音波の送信開始を指示し、所定の繰返し回数で計測を行う計測監視手段を備えた請求項29記載の流量計。

3 1. 計測制御手段の指示の後、所定時間内に開始信号が発生しなかった時、次の計測制御手段の指示まで計測を行わない計測監視手段を備えた請求項 2 8 記載の流量計。

5

3 2. 開始信号の後、所定時間内に終了信号が発生しなかった時、音波の受信を終了する計測監視手段を備えた請求項 2 8 記載の流量計。

10

3 3. 開始信号の後、所定時間内に終了信号が発生しなかった時、音波の受信を終了して、再度開始信号を出力する計測監視手段を備えた請求項 2 8 と 3 2 のいずれか 1 項記載の流量計。

3 4. 繰返し回数が異常になった時、送受信の処理を停止する計測監視手段を備えた請求項 2 8 記載の流量計。

15

3 5. 1 対の送受信手段のうち、一方の送受信手段から送信を行い他方の送受信手段で受信する計測時の第 1 繰返し回数と、他方の送受信手段から送信を行い一方の送受信手段で受信する計測時の第 2 繰返し回数を比較し、両繰返し回数の差が所定回数以上の時、再度開始信号を出力する計測監視手段を備えた請求項 2 8 記載の流量計。

20

3 6. 1 対の送受信手段のうち、一方の送受信手段から送信を行い他方の送受信手段で受信する計測時の第 1 繰返し回数と、他方の送受信手段から送信を行い一方の送受信手段で受信する計測時の第 2 繰返し回数は同じ回数になるように設定する繰返手段を備えた請求項 2 8 記載の流量計。

25

37. 再度開始信号を出力する回数は所定回数までとし、永久に繰返すことがないように監視する計測監視手段を備えた請求項28記載の流量計。

38. 超音波の送受信を複数回繰返して計測した伝搬時間の逆数差から流量を計測する請求項28から37のいずれか1項の流量計。

39. 瞬時流量を検出する瞬時流量検出手段と、流量値が脈動しているか否かを判別する脈動判別手段と、前記脈動判別手段の判定結果によって異なった手段を用いて流量値を算出する少なくとも1つ以上の安定流量算出手段を備えた流量計。

40. 瞬時流量を検出する瞬時流量検出手段と、流量値をデジタルフィルター処理するフィルター処理手段と、前記フィルター処理手段によって流量値を算出する安定流量算出手段を備えた流量計。

41. 脈動判別手段が脈動と判別した時に、流量値をデジタルフィルター処理手段によって安定値を算出する安定流量算出手段を備えた請求項39と40のいずれか1項記載の流量計。

42. 脈動判別手段は、流量値の変動幅が所定値以上か否かを判別する請求項38から41のいずれか1項記載の流量計。

43. フィルター処理手段は、流量値の変動幅によってフィルター特性を変更する請求項39から42のいずれか1項記載の流量計。

44. 瞬時流量検出手段が検出した流量値が、低流量時にのみフィルター処理を行う請求項39から43のいずれか1項記載の流量計。



45. フィルター処理手段は、流量値によってフィルター特性を変更する請求項39から44いずれか1項記載の流量計。

5 46. フィルター処理手段は、瞬時流量検出手段の計測時間の間隔によってフィルター特性を変更する請求項39から45いずれか1項記載の流量計。

47. 大流量値の時には、フィルター特性のカットオフ周波数が高くなるように変更し、低流量時には、カットオフ周波数が低いフィルター特性を持つように変更するフィルター処理手段を備えた請求項46記載の流量計。

10

48. 安定流量算出手段により算出した流量値の変動幅が所定値以内になるようにフィルター特性を変更する請求項39から47のいずれか1項記載の流量計。

15 49. 超音波により流量を検出する超音波流量計を瞬時流量検出手段とした請求項38から48のいずれか1項記載の流量計。

50. 熱式流量計を瞬時流量検出手段とした請求項38から48のいずれか1項記載の流量計。

20 51. 被測定流体が流れる流量測定部と、この流量測定部に設けられ超音波を送受信する一対の超音波振動子と、一方の前記超音波振動子を駆動する駆動回路と、他方の前記超音波振動子に接続され超音波パルスを検知する受信検知回路と、前記超音波パルスの伝搬時間を測定するタイマと、前記駆動回路を制御する制御部と、前記タイマの出力より流量を演算によって求める演算部と、駆動回路の駆動方法を順次変更する周期性変更手段とを備え、前記制御部は流量計測における周

25

期を順次変更するよう前記周期性変更手段を制御する流量計。

5 2. 被測定流体が流れる流量測定部と、この流量測定部に設けられ超音波を送  
受信する一対の超音波振動子と、一方の前記超音波振動子を駆動する駆動回路と、  
5 他方の前記超音波振動子に接続され超音波パルスを検知する受信検知回路と、受  
信検知回路の出力をうけ再度超音波振動子を駆動するよう前記駆動回路を所定回  
数制御する制御部と、前記所定回数の経過時間を測定するタイマと、前記タイマ  
の出力より流量を演算によって求める演算部と、駆動回路の駆動方法を順次変更  
する周期性変更手段とを備え、制御部は前記受信検知回路の出力を受けると前記  
10 受信検知回路の受信検知ごとに周期性変更手段を変更する流量計。

5 3. 周期性変更手段は複数の周波数の出力信号を切り替え出力する構成とし、  
制御部は計測ごとに前記周期性変更手段の周波数設定を変更し駆動回路の駆動周  
波数を変更するよう制御する請求項 5 1 及び 5 2 記載の流量計。

15 5 4. 周期性変更手段は同じ周波数で複数の位相を持った出力信号を出力する構  
成とし、制御部は計測ごとに前記周期性変更手段の出力信号の位相設定を変更し  
駆動回路の駆動位相を変更するよう制御する請求項 5 1 及び 5 2 記載の流量計。

20 5 5. 周波数変更手段は超音波振動子の使用周波数である第 1 周波数と前記第 1  
周波数とは異なる第 2 周波数の信号を重ね合わせて出力する構成とし、制御部は  
計測毎に前記周期性変更手段の第 2 周波数の設定を変更した出力信号を前記駆動  
回路を介して出力する請求項 5 1 及び 5 2 記載の流量計。

25 5 6. 周期性変更手段は第 2 周波数がある場合と無い場合の設定を切り替えるよ  
うにした請求項 5 5 記載の流量計。

5 7. 周期性変更手段は第2周波数の位相設定を変更する請求項5 5記載の流量計。

5 5 8. 周期性変更手段は第2周波数の周波数設定を変更する請求項5 5記載の流量計。

5 9. 周期性変更手段は異なる遅延時間が設定可能なディレイ部を備え、制御部は超音波の送信または超音波の受信検知ごとに前記ディレイの設定を変更する請求項5 2記載の流量計。

6 0. 周期変更手段が変更する周期の幅が測定誤差による伝搬時間変動に相当する値の整数倍とする請求項5 1及び5 2記載の流量計。

15 6 1. 周期変更手段が変更する周期の幅が超音波振動子の共振周波数の周期とする請求項5 1及び5 2記載の流量計。

6 2. 周期性を変更するパターンの順番を上流方向への測定と下流方向への測定とを同じとする請求項5 1及び5 2記載の流量計。

20 6 3. 所定回数が周期性変更手段の変更数の整数倍である請求項5 2記載の流量計。

25 6 4. 被測定流体が流れる流量測定部と、この流量測定部に設けられ超音波を送受信する一対の超音波振動子と、一方の前記超音波振動子を駆動する駆動回路と、他方の前記超音波振動子に接続され超音波パルスを検知する受信検知回路と、前

記超音波パルスの伝搬時間を測定する第 1 のタイマと、前記受信検知回路が受信検知してから前記第 1 のタイマの値が変化するまでの時間を測定する第 2 のタイマと、前記駆動回路を制御する制御部と、前記第 1 のタイマ及び前記第 2 のタイマの出力より流量を演算によって求める演算部を備え、第 2 のタイマを第 1 のタイマで補正する構成とした流量計。

6 5. 温度センサを設け、温度センサの出力が設定値以上変化した時に第 2 のタイマを第 1 のタイマで補正する構成とした請求項 6 4 記載の流量計。

6 6. 電圧センサを設け、電圧センサの出力が設定値以上変化した時に第 2 のタイマを第 1 のタイマで補正する構成とした請求項 6 4 記載の流量計。

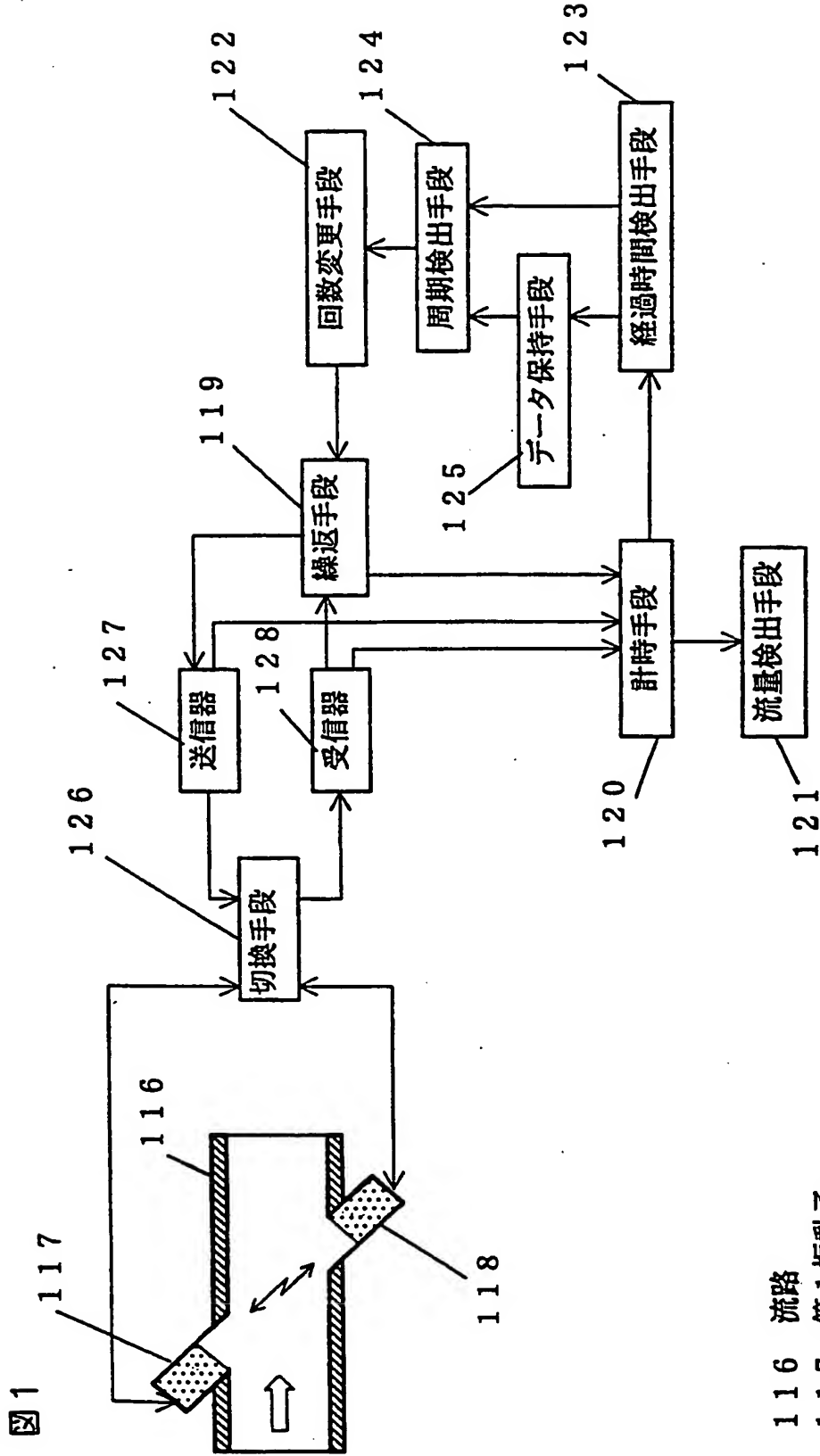
6 7. 被測定流体が流れる流量測定部と、この流量測定部に設けられ超音波を送受信する一対の超音波振動子と、一方の前記超音波振動子を駆動する駆動回路と、他方の前記超音波振動子に接続され超音波パルスを検知する受信検知回路と、受信検知回路の出力をうけ再度超音波振動子を駆動するよう前記駆動回路を所定回数制御する制御部と、前記所定回数の経過時間を測定するタイマと、前記タイマの出力より流量を演算によって求める演算部と、駆動回路の駆動方法を順次変更する周期性安定化手段とを備え、制御部は測定周期が常に一定となるように周期性安定化手段を制御する流量計。

6 8. 制御部は異なる遅延時間が設定可能なディレイ部からなる周期性安定化手段を有し、前記制御部は遅延時間を切り替えて駆動回路の出力タイミングを変更する請求項 6 7 記載の流量計。

6 9. 制御部は測定時間を一定とするよう駆動回路を制御する請求項 6 7 記載の

流量計。

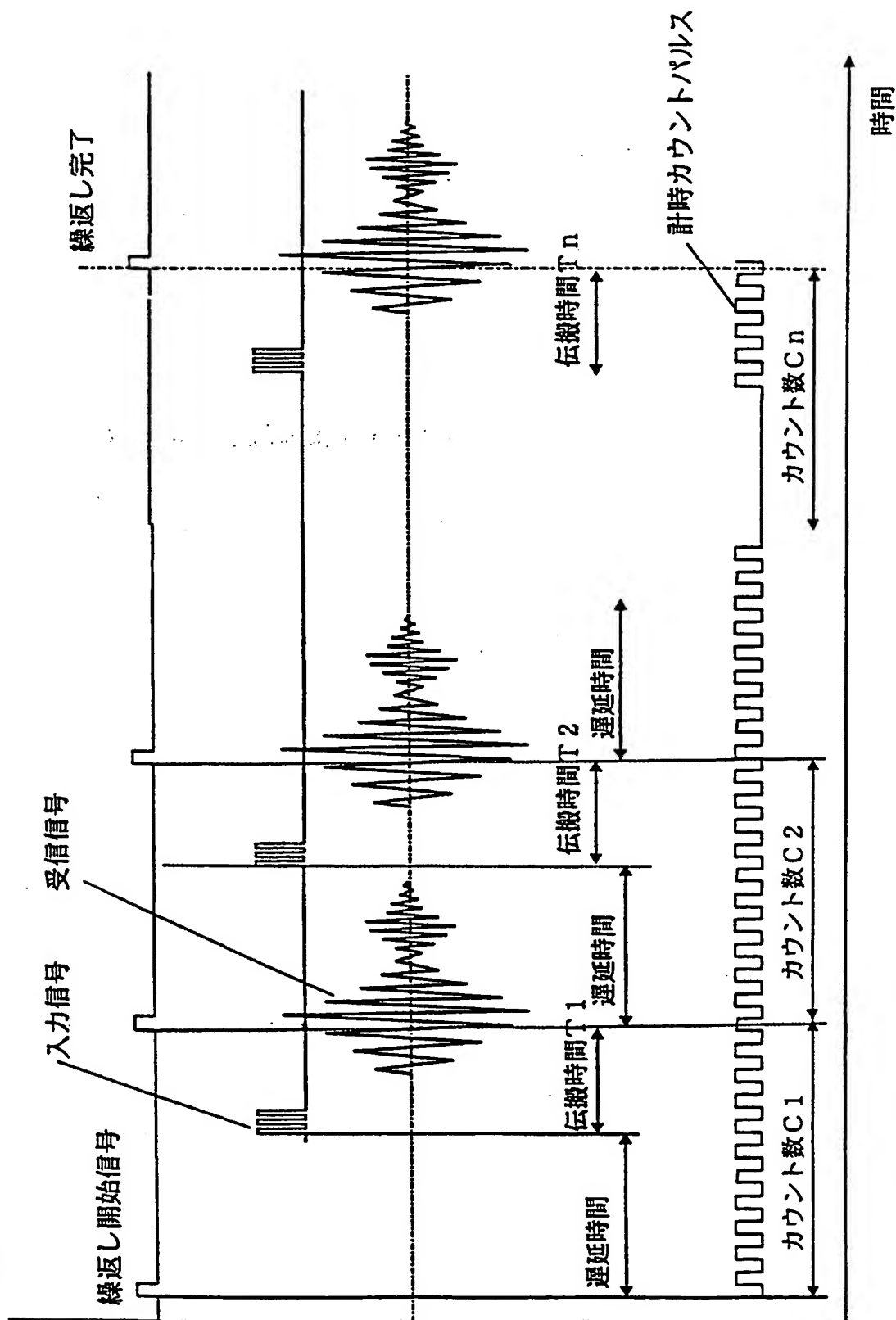
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



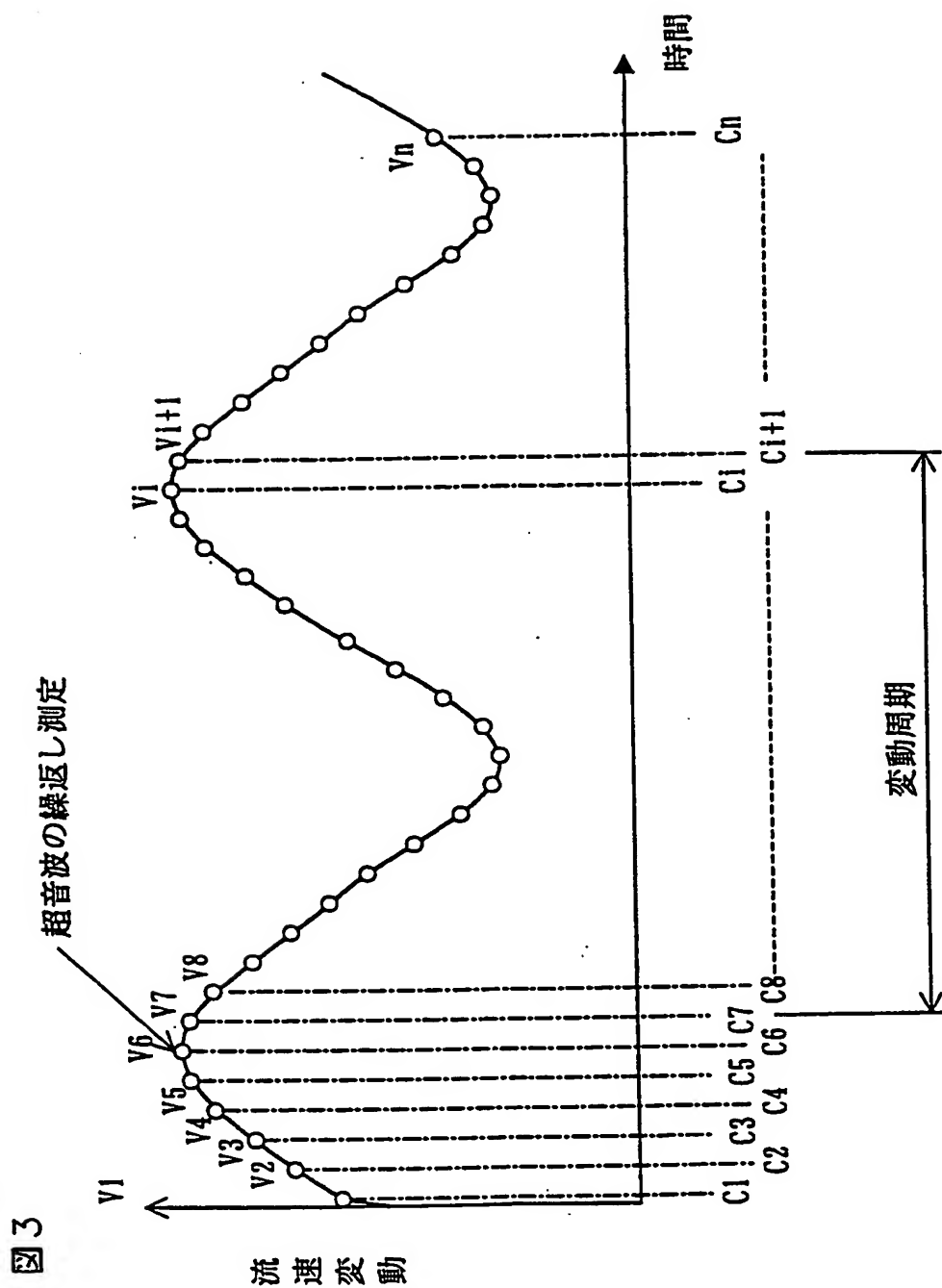
116 流路  
117 第1振動子  
118 第2振動子

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



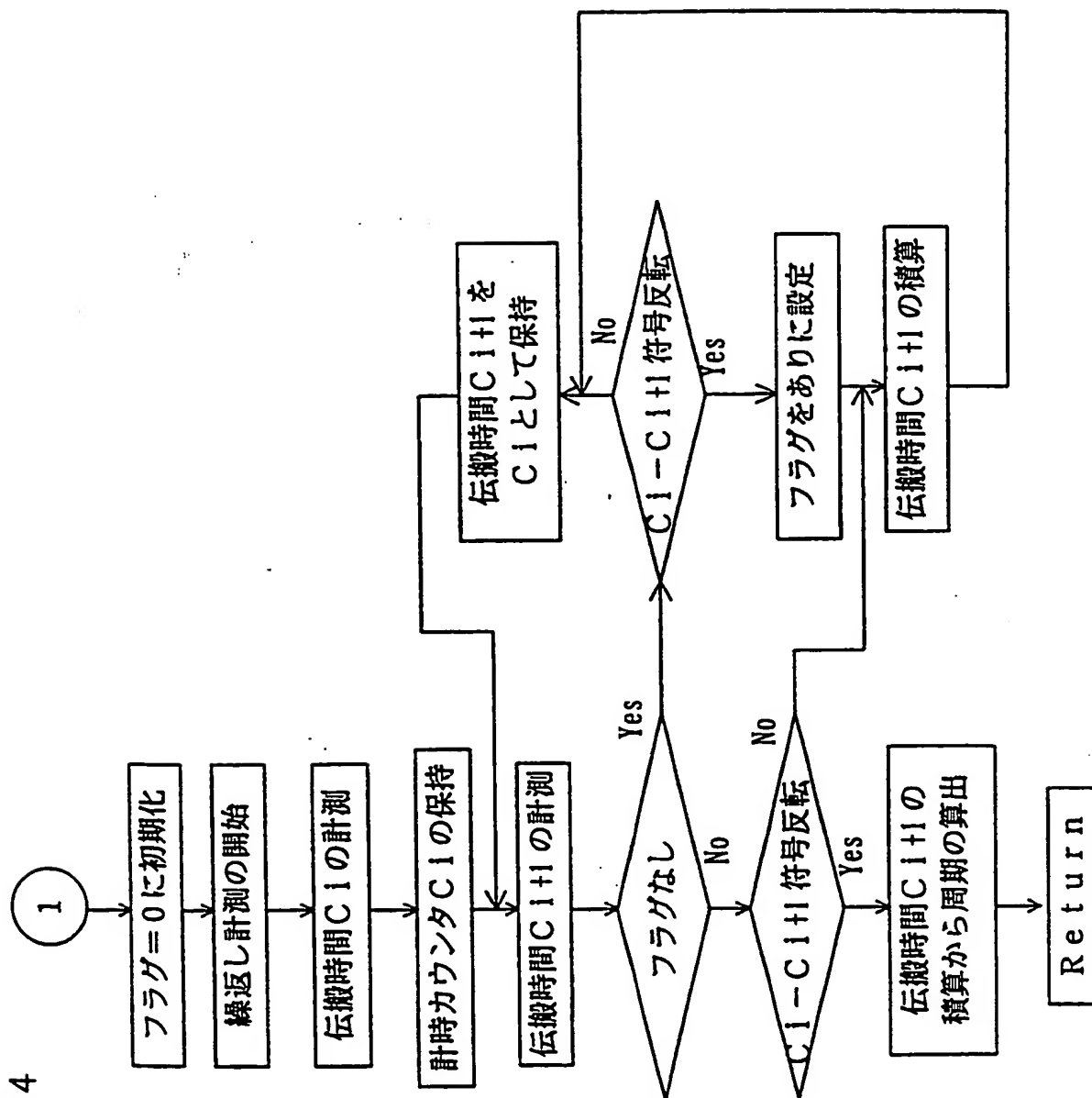
2  
EX

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



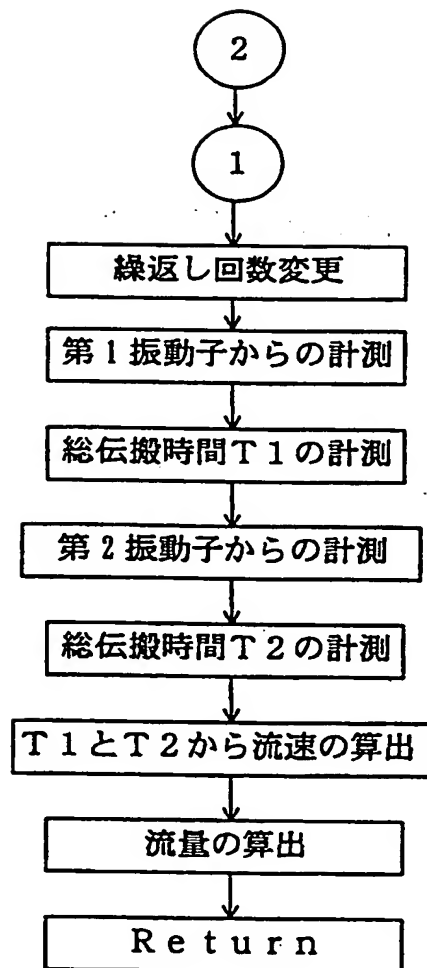
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 4



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

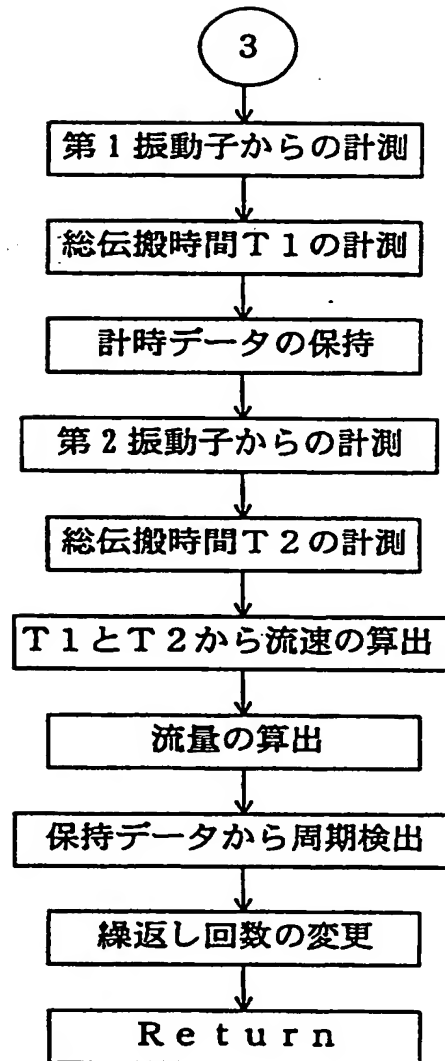
図 5



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

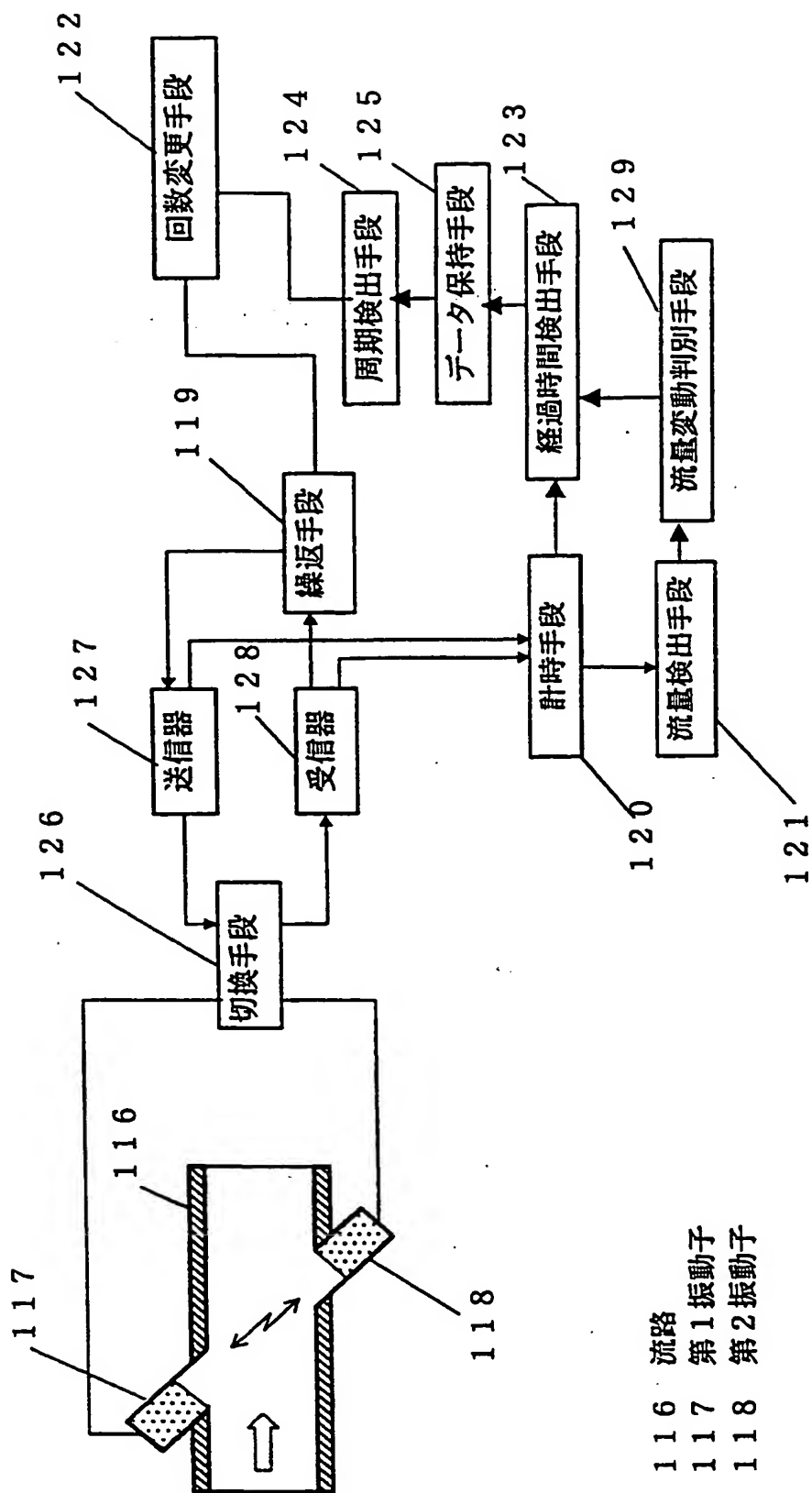


図 6



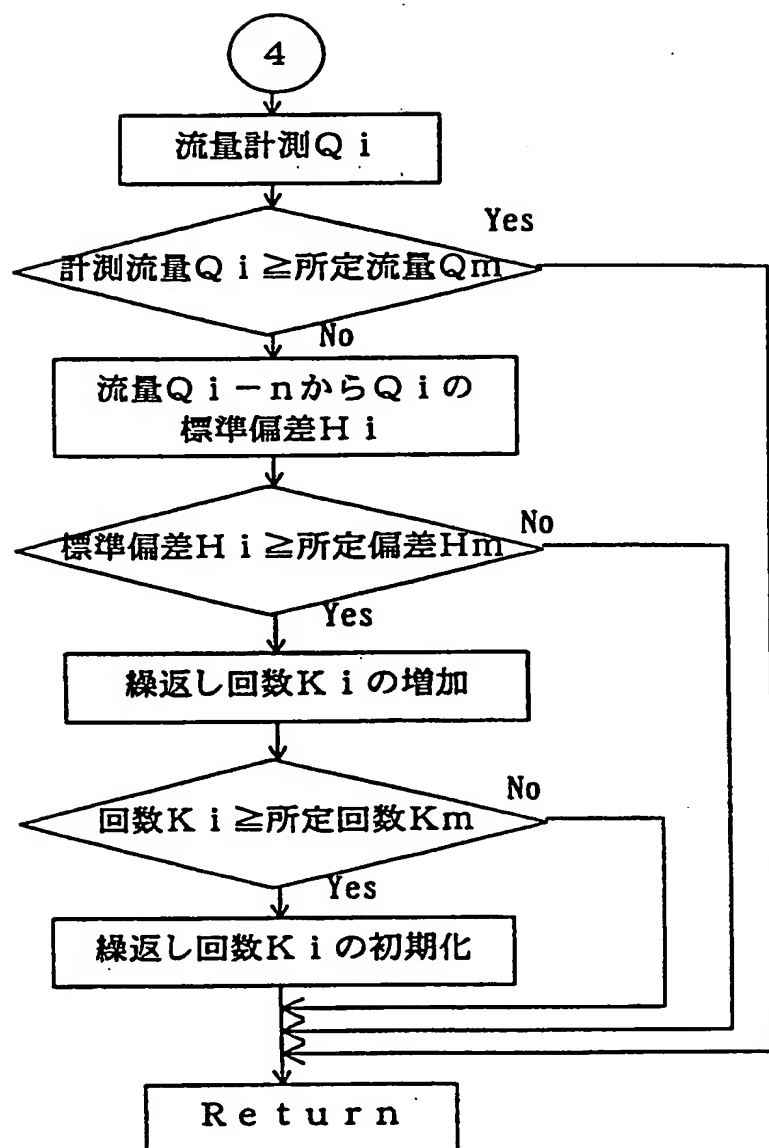
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図7



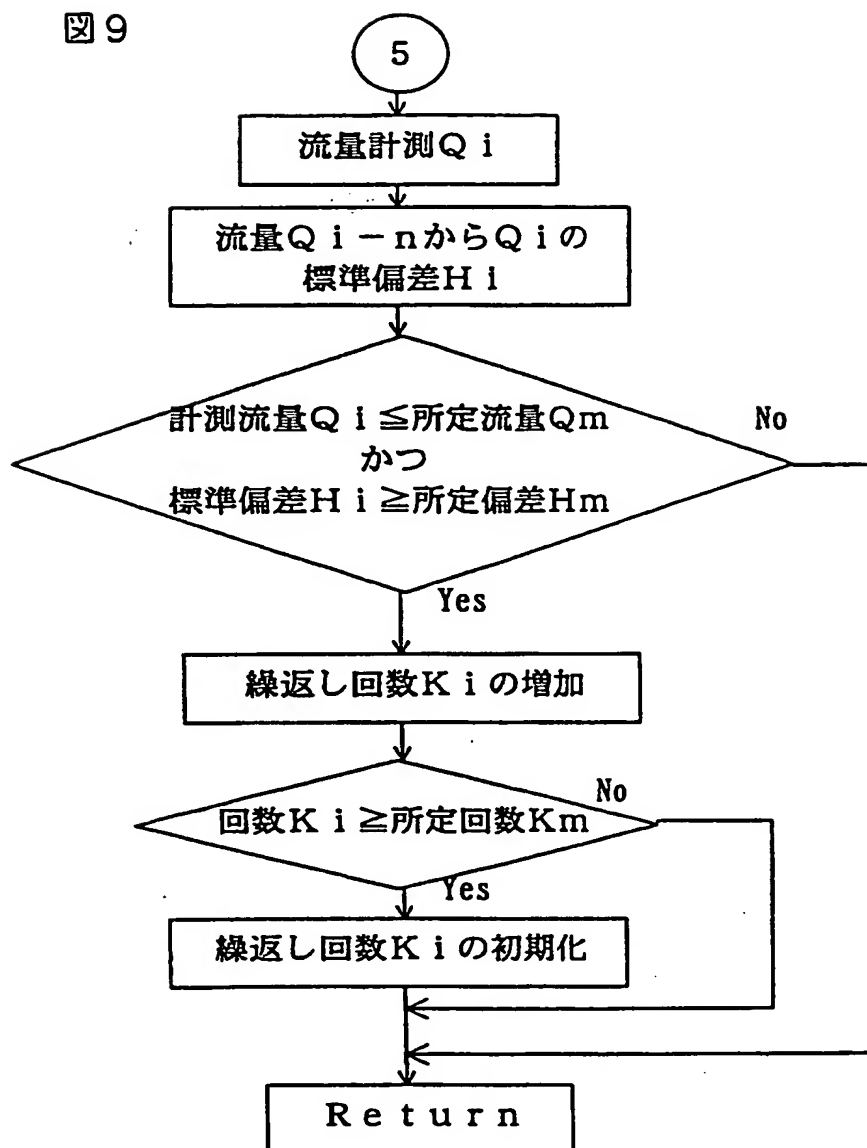
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 8



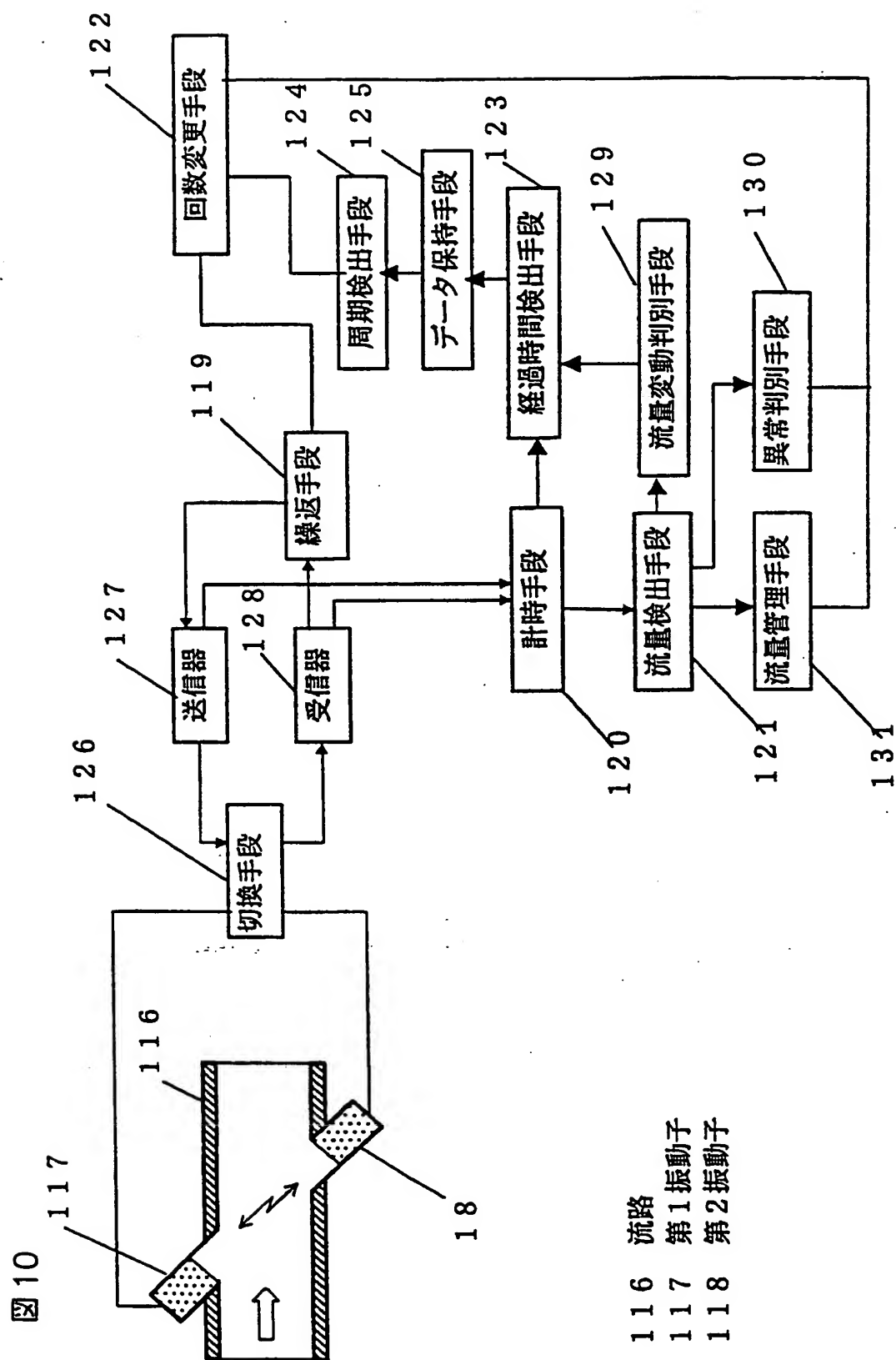
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 9



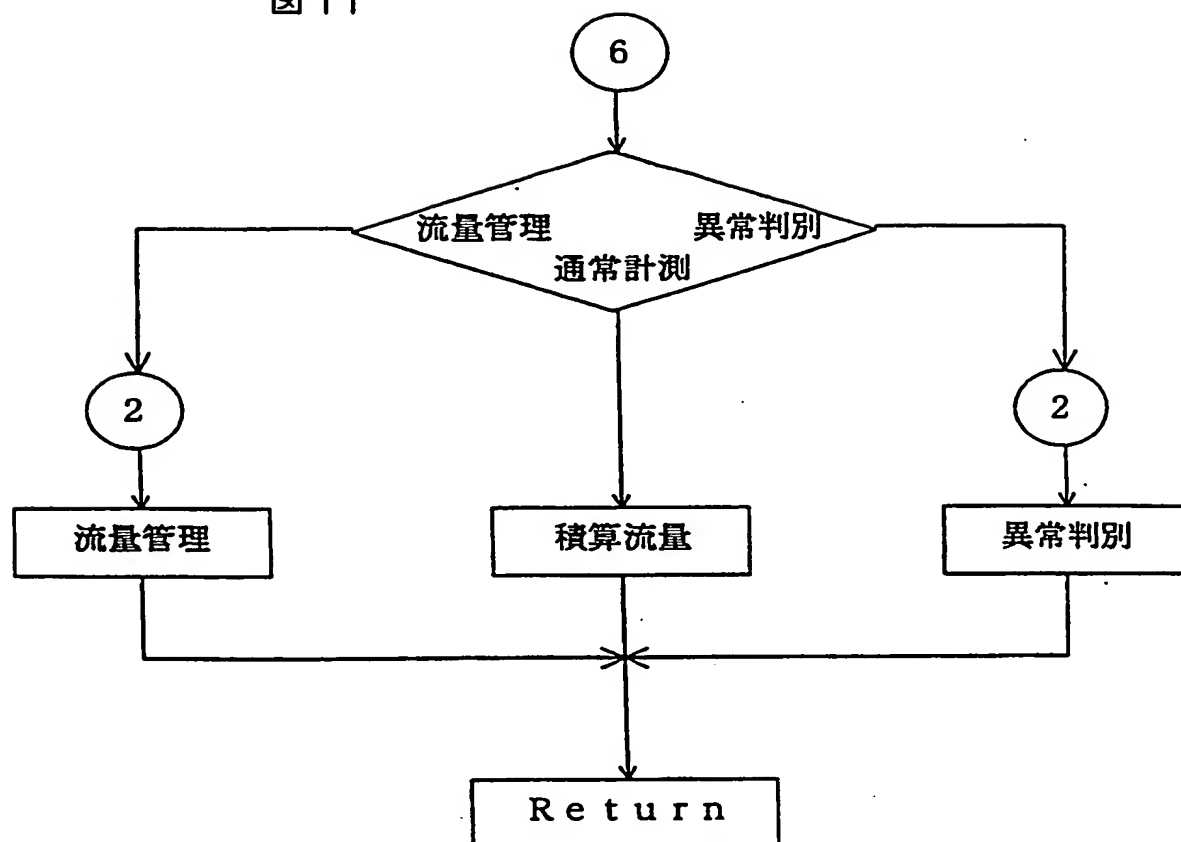
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**





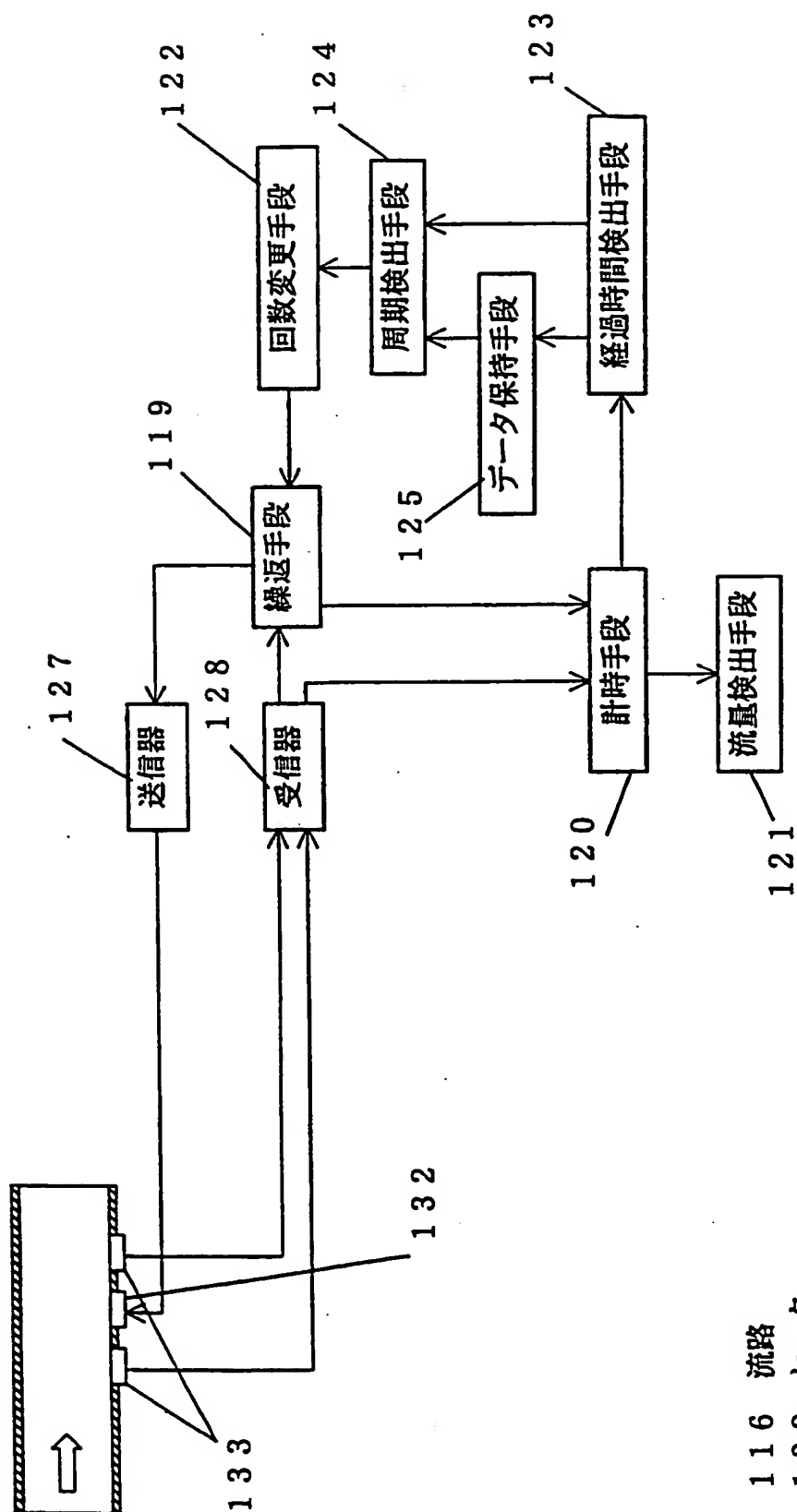
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 11



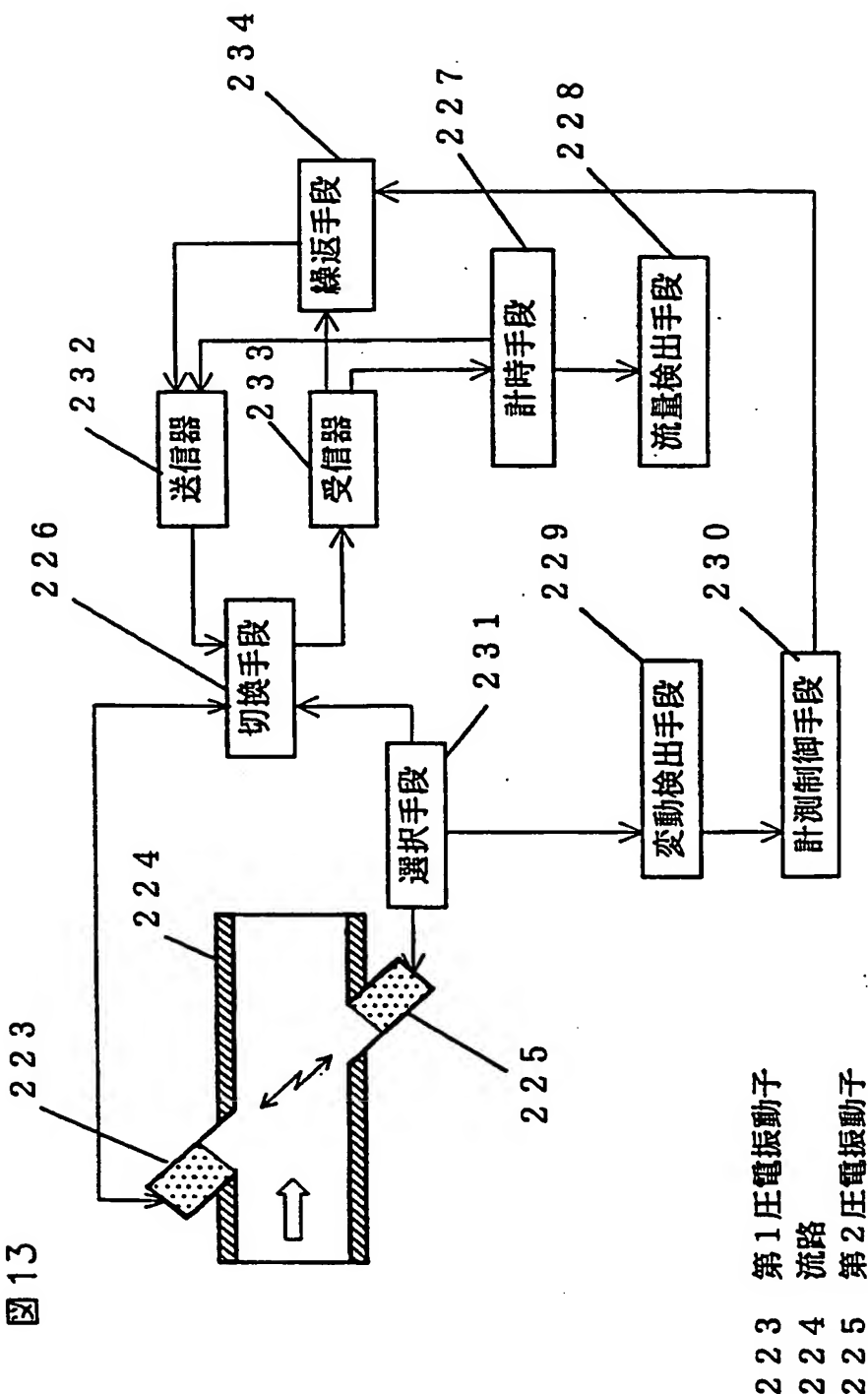
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

图 12



116 流路  
132 ヒータ  
133 温度センサ

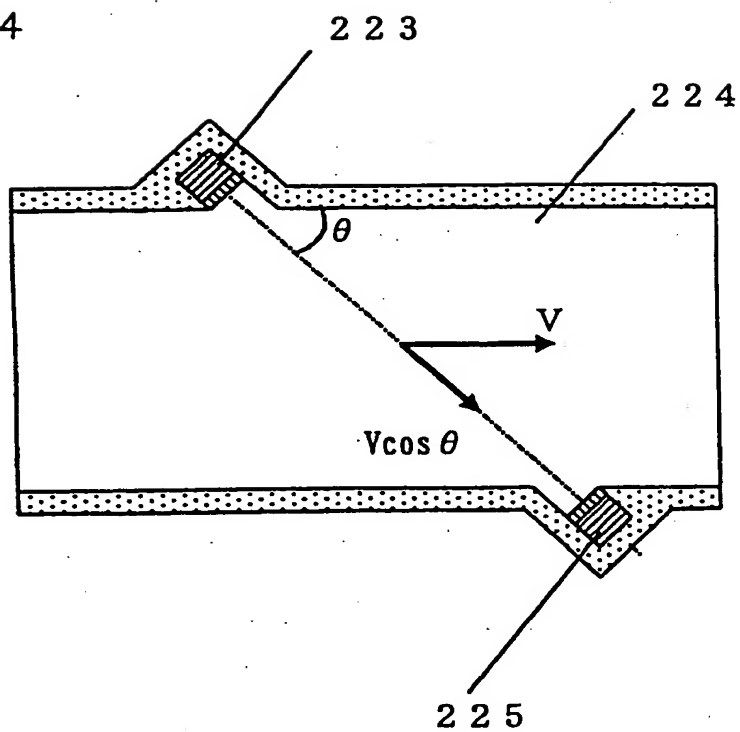
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



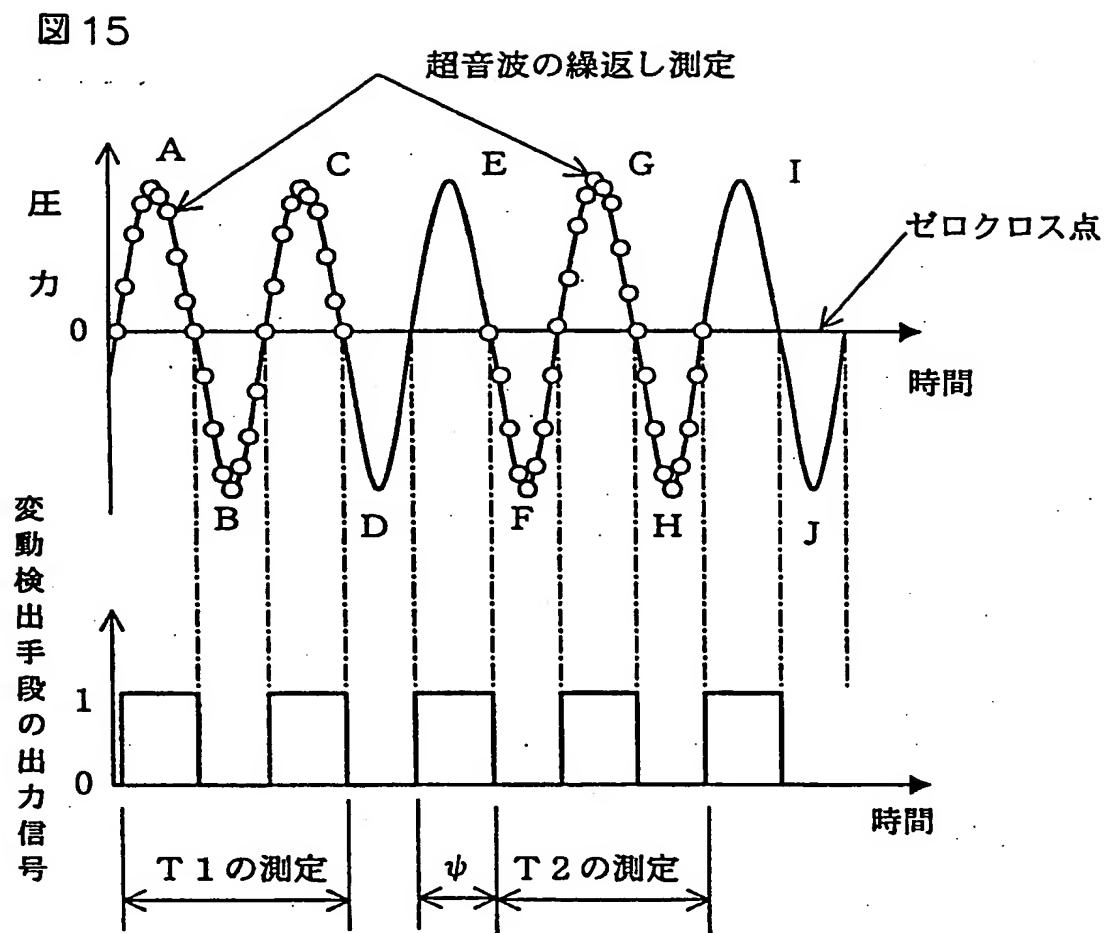
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



FIG 14

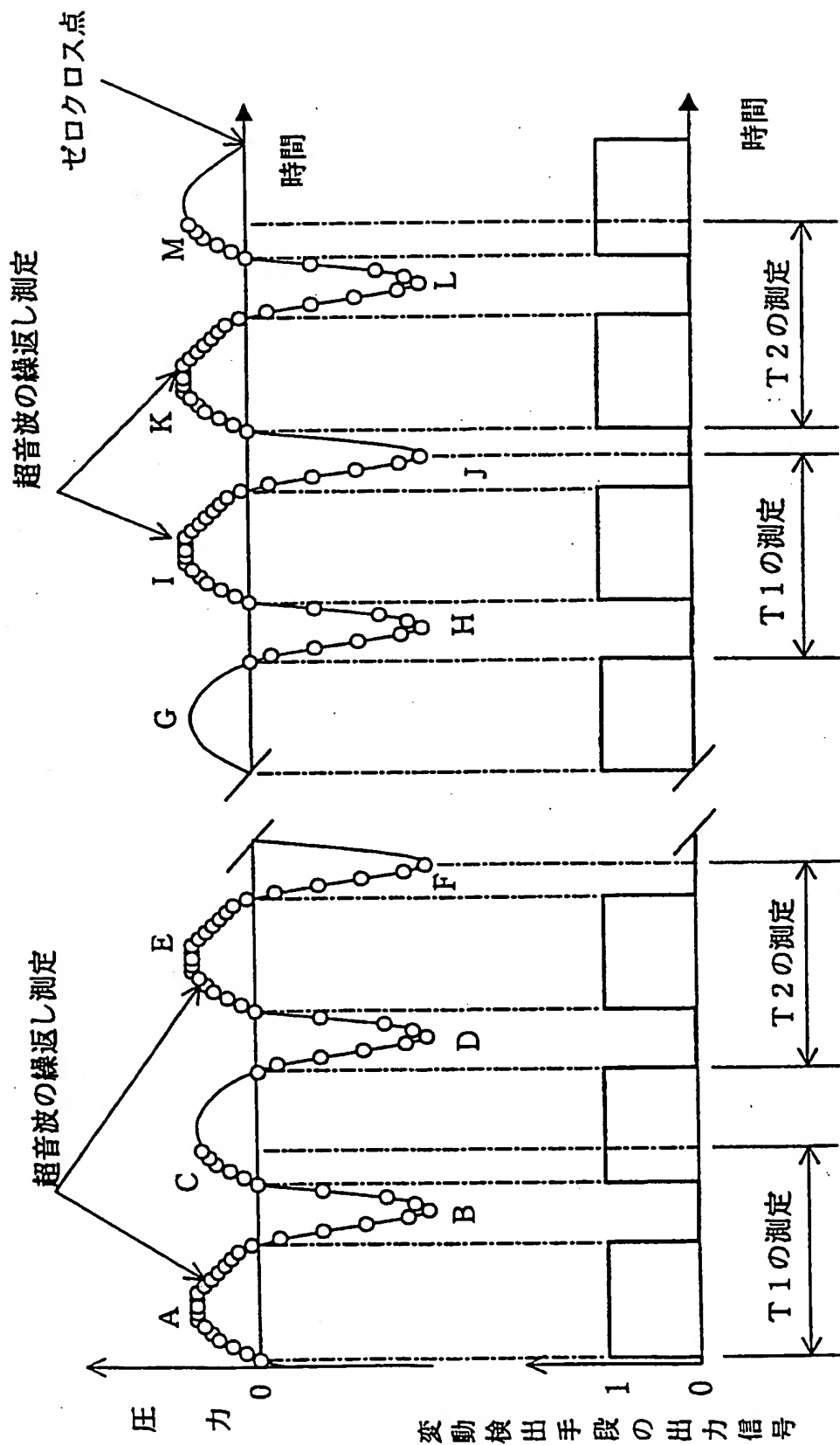


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



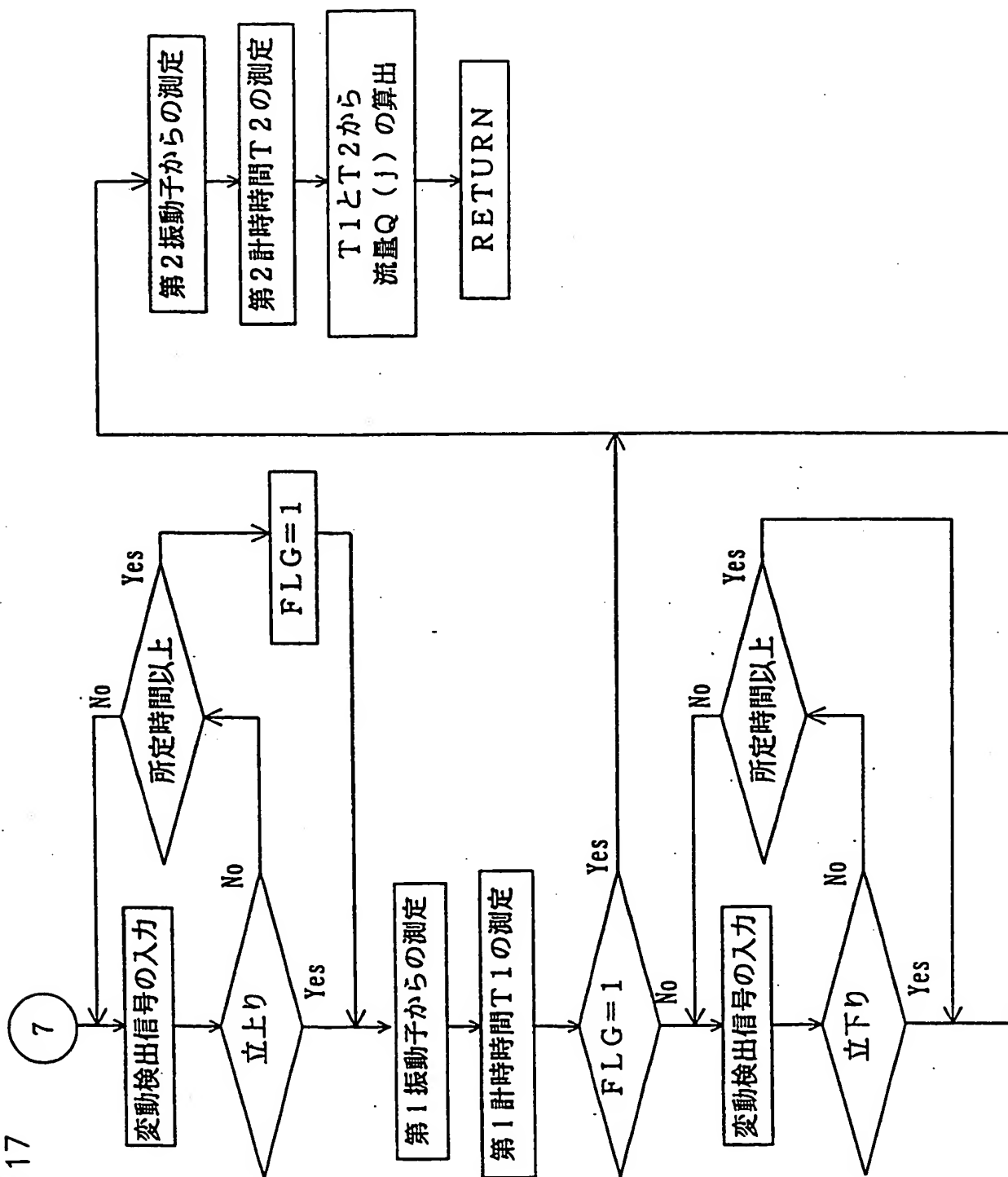
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図16



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

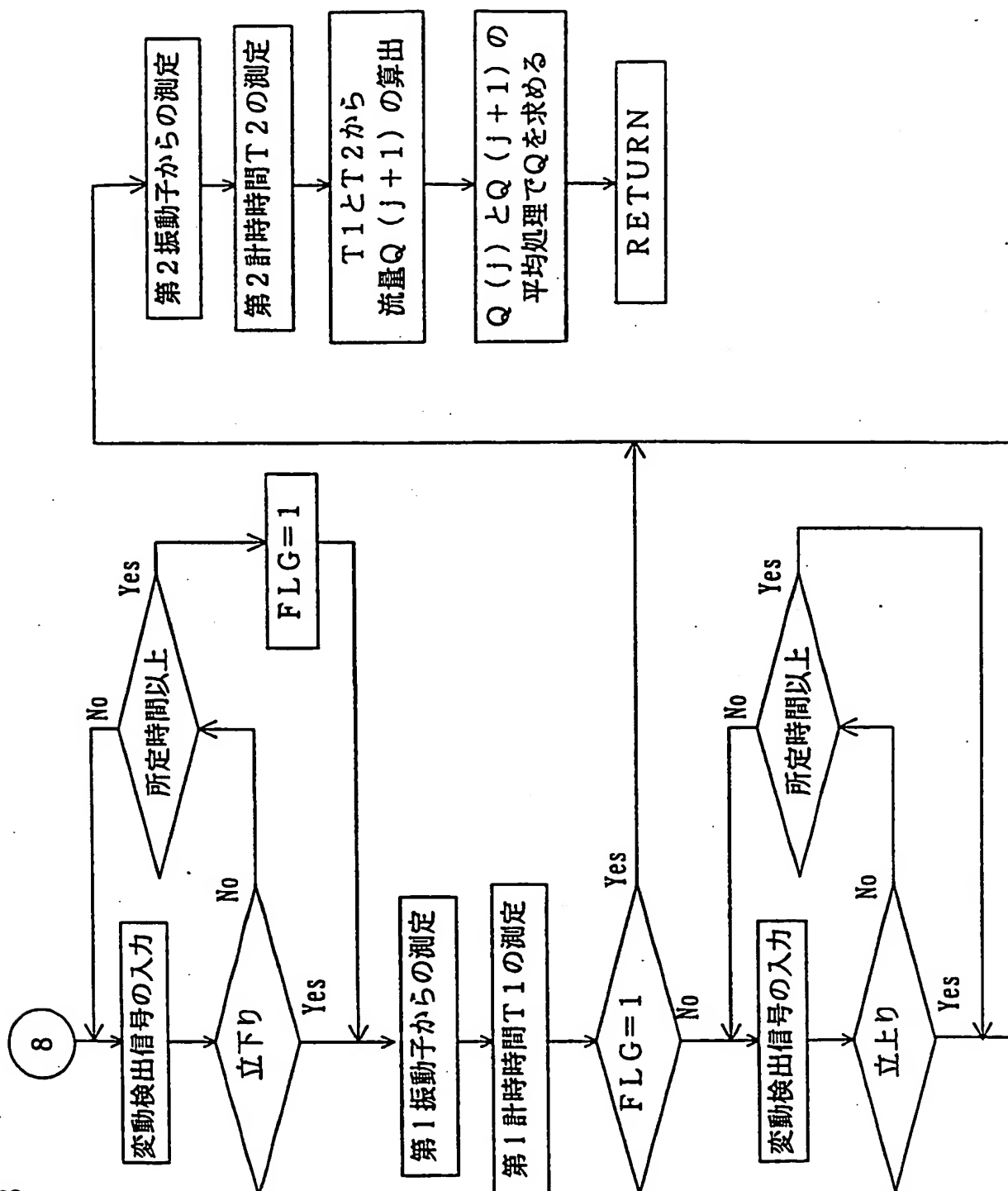
図 17



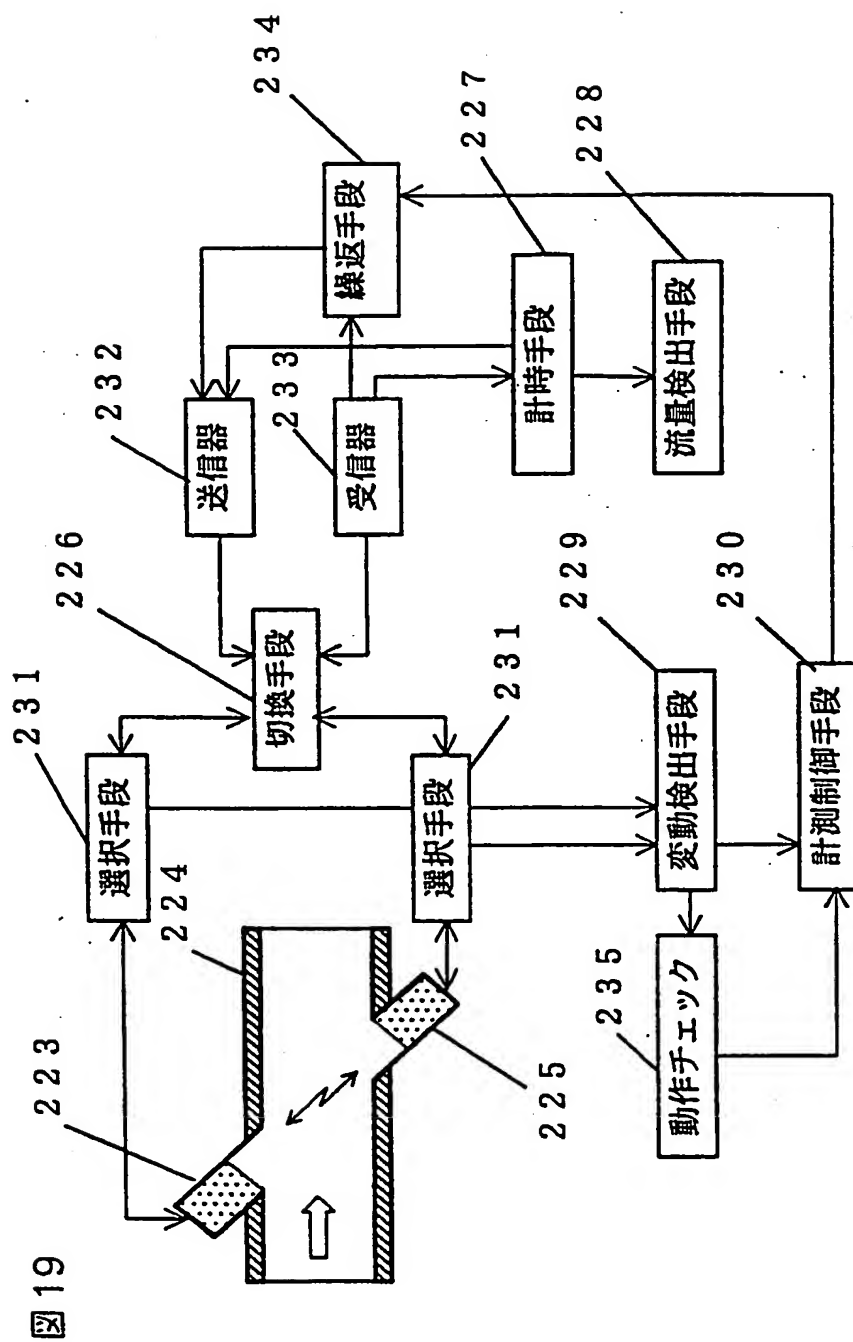
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



図 18

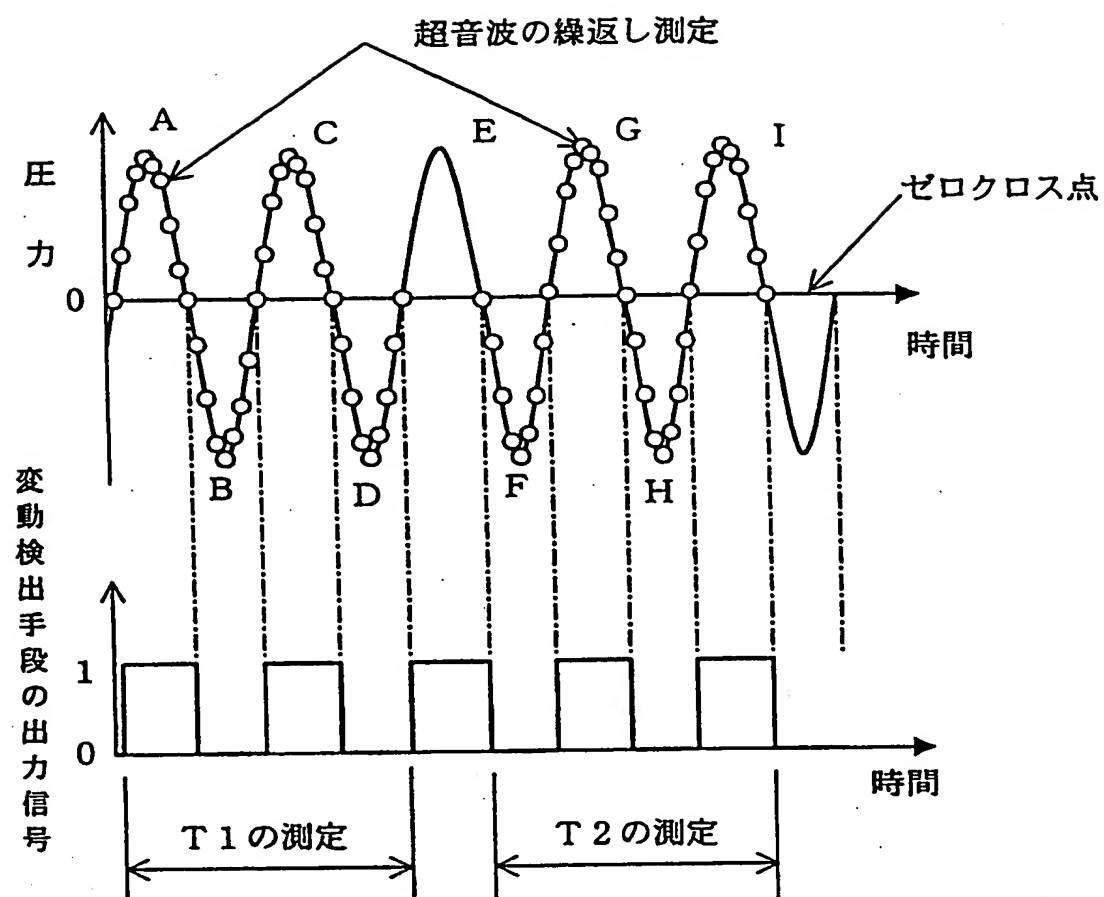


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



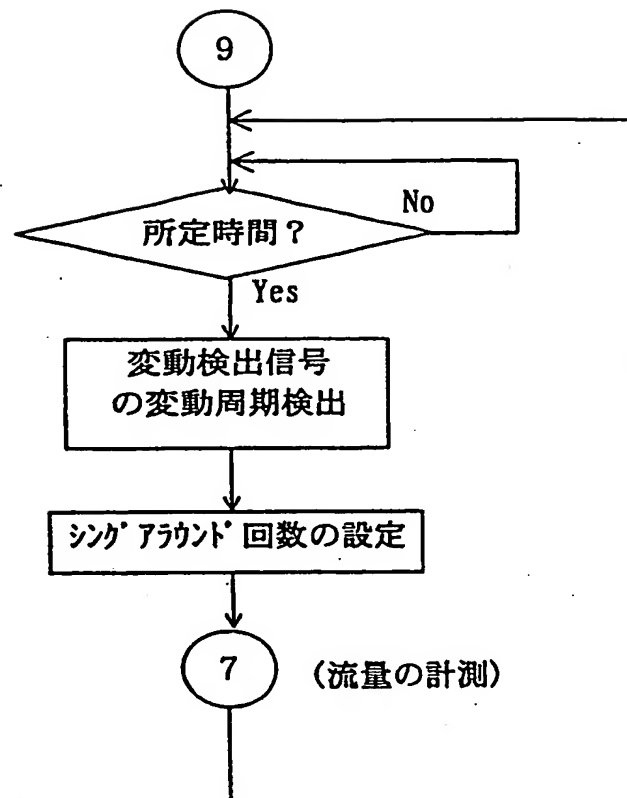
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 20



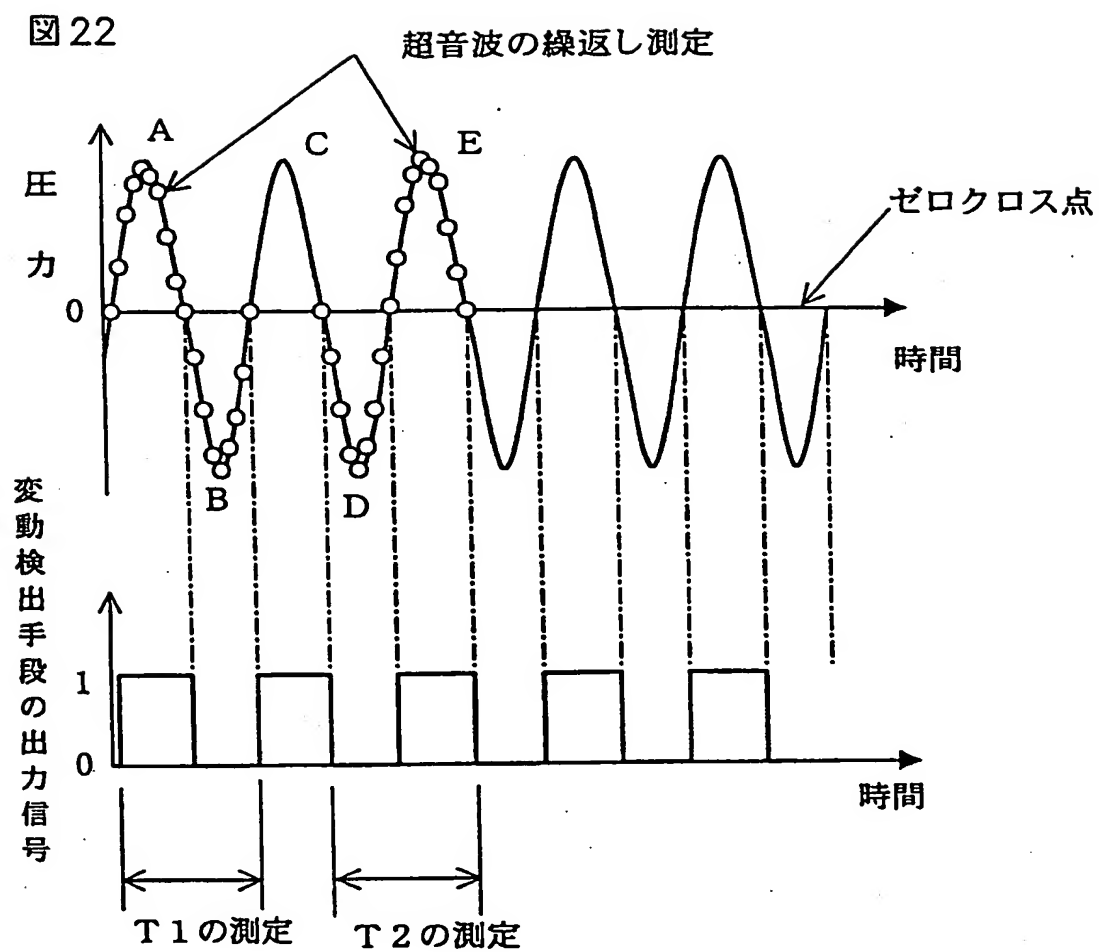
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 21



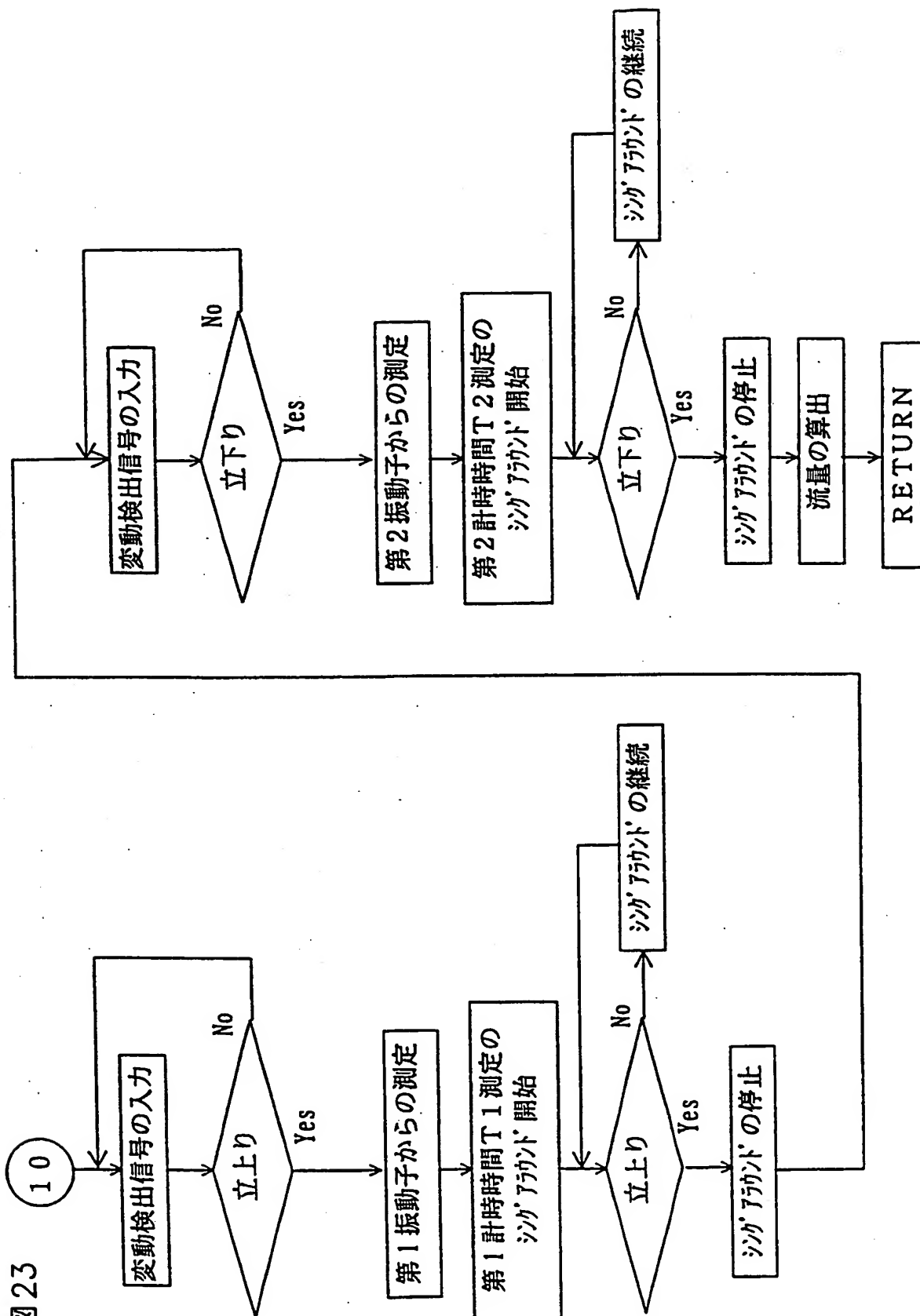
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



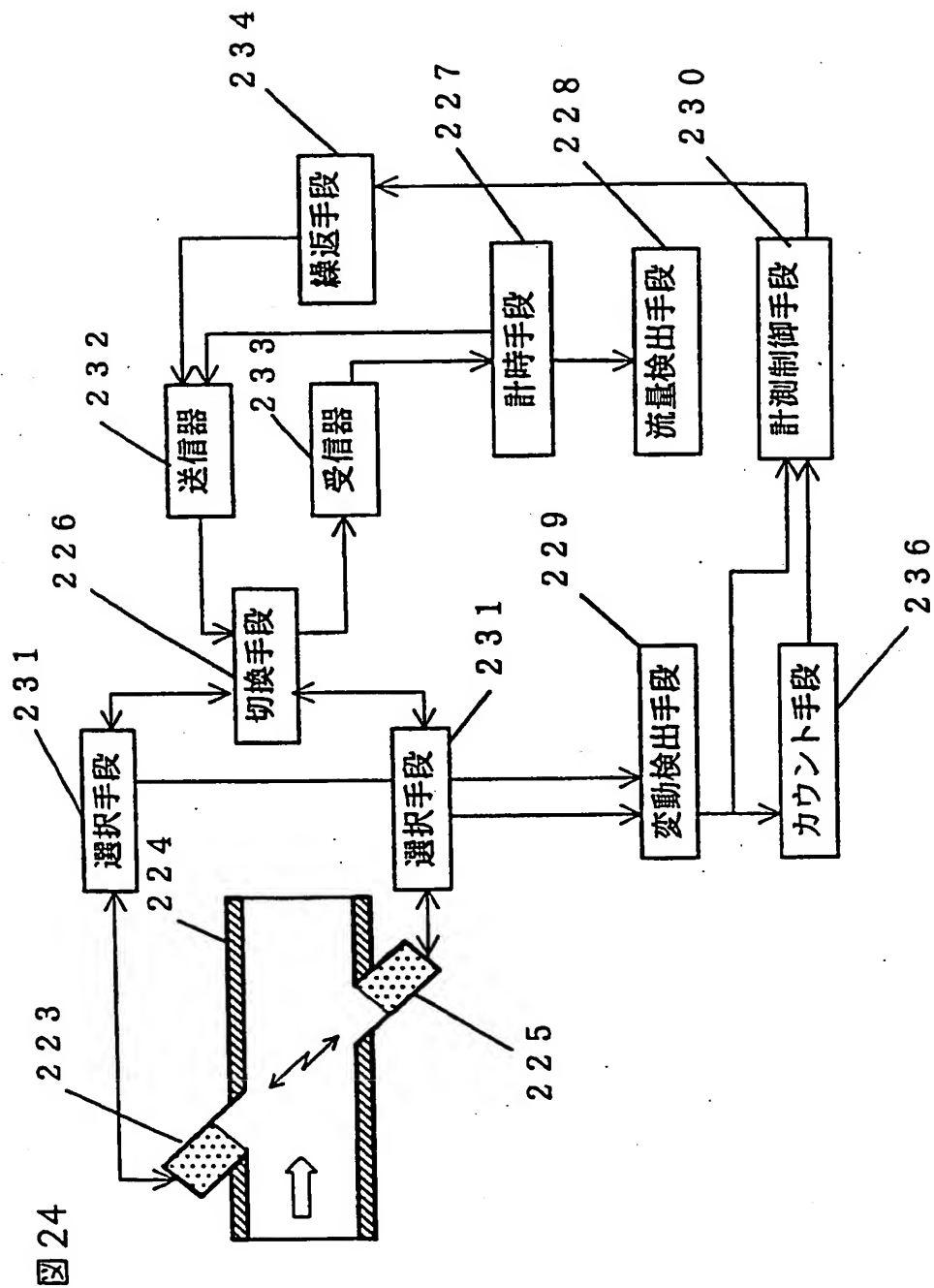


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 23

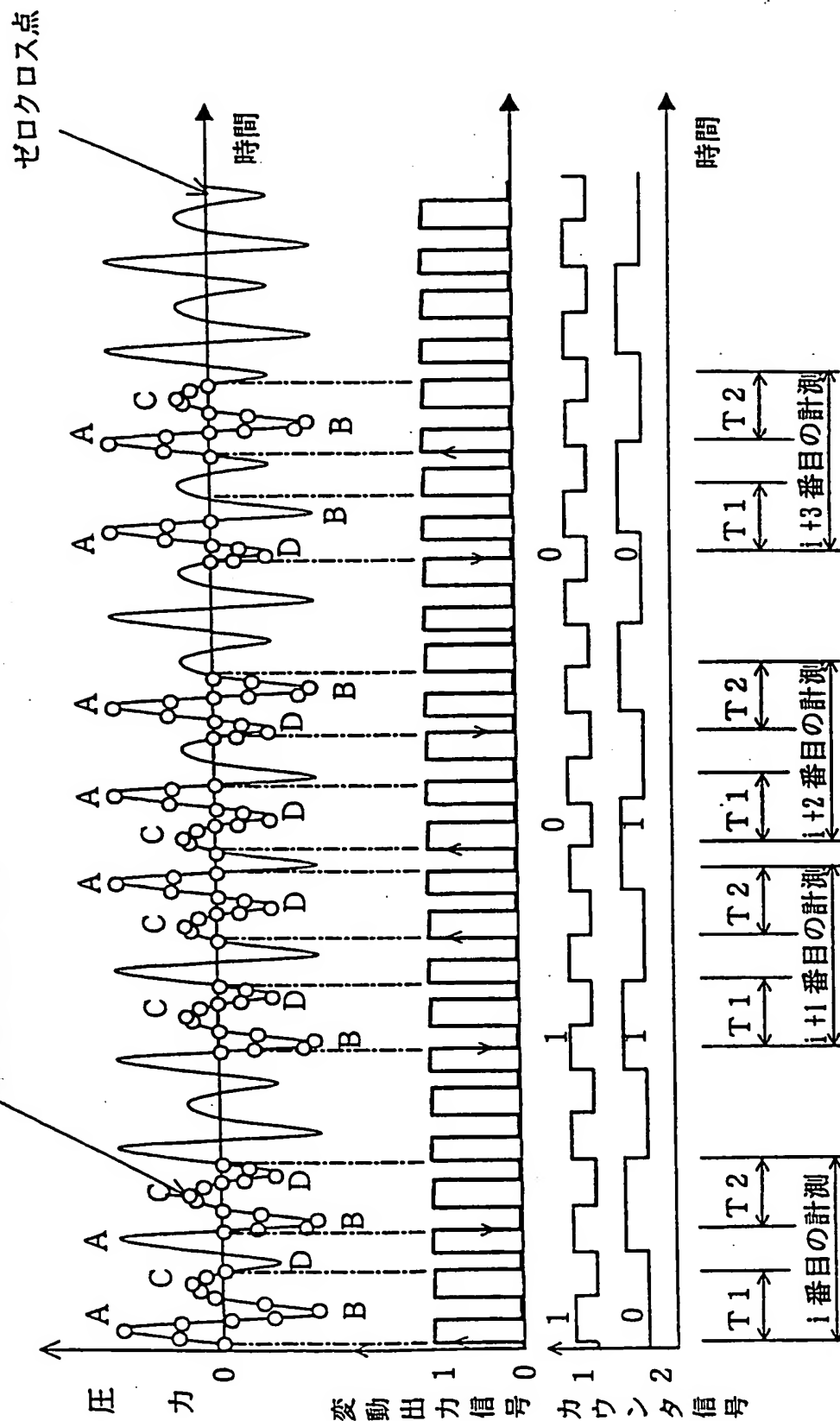


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



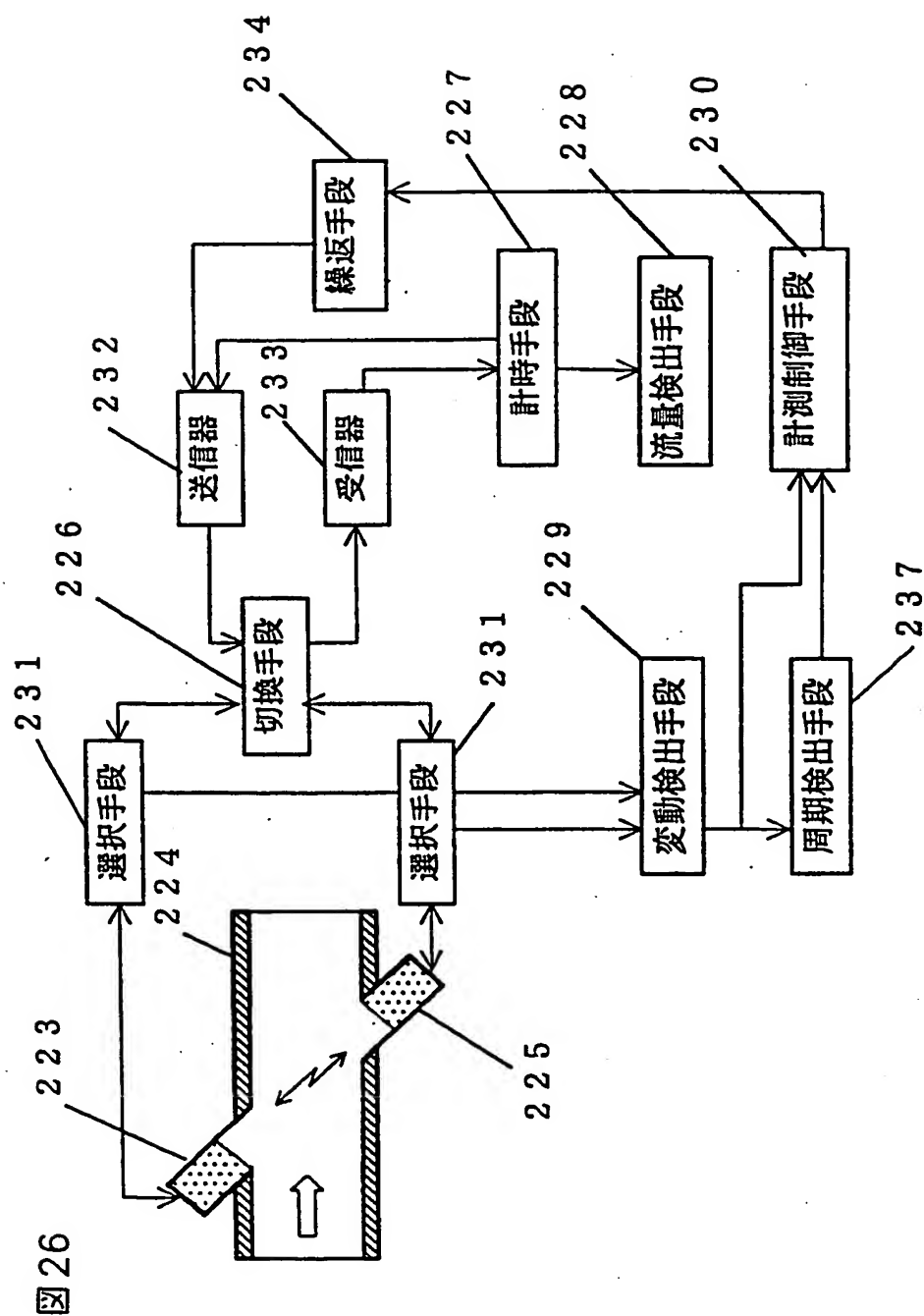
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 25 超音波の繰返し測定

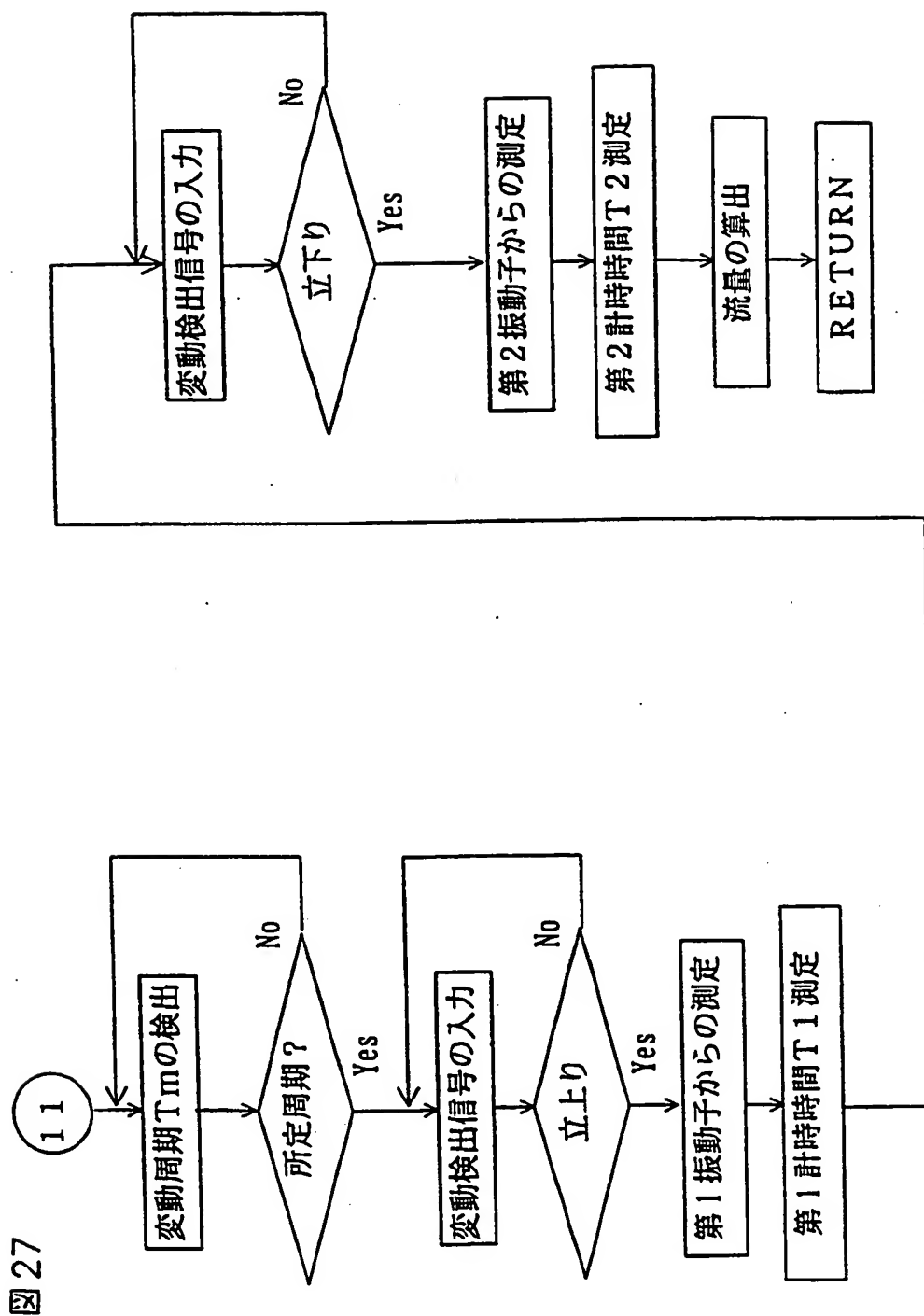


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

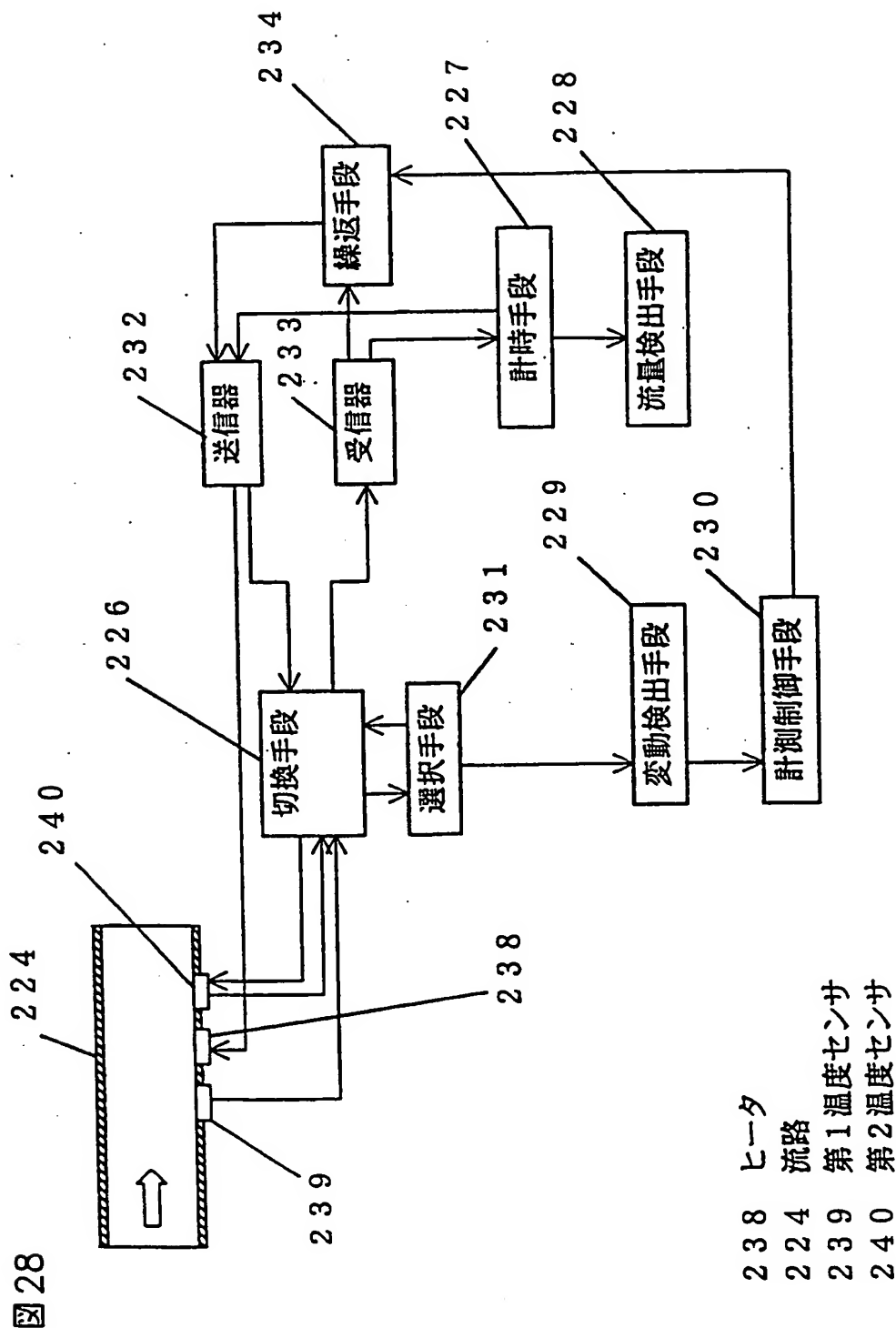




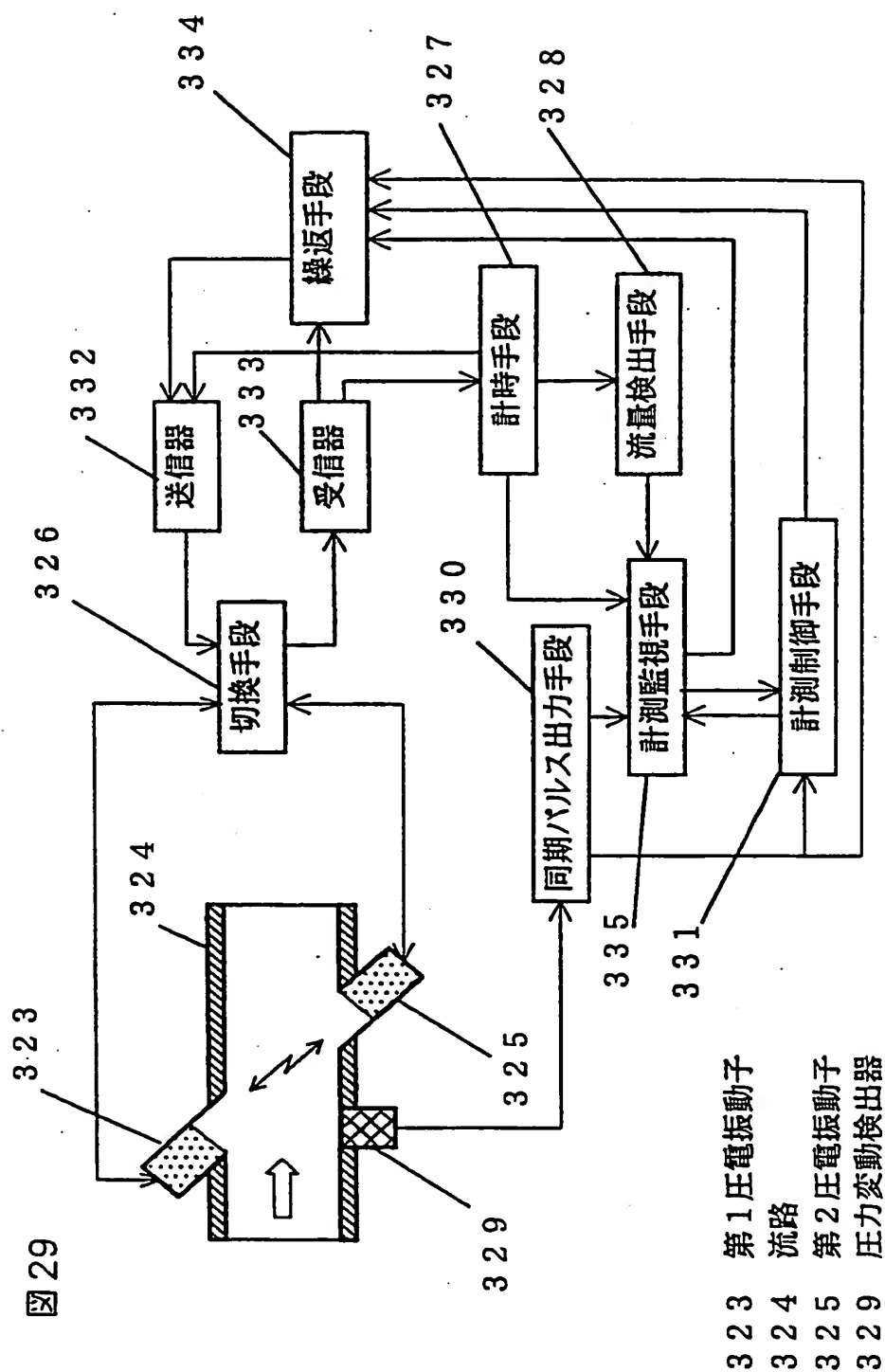
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

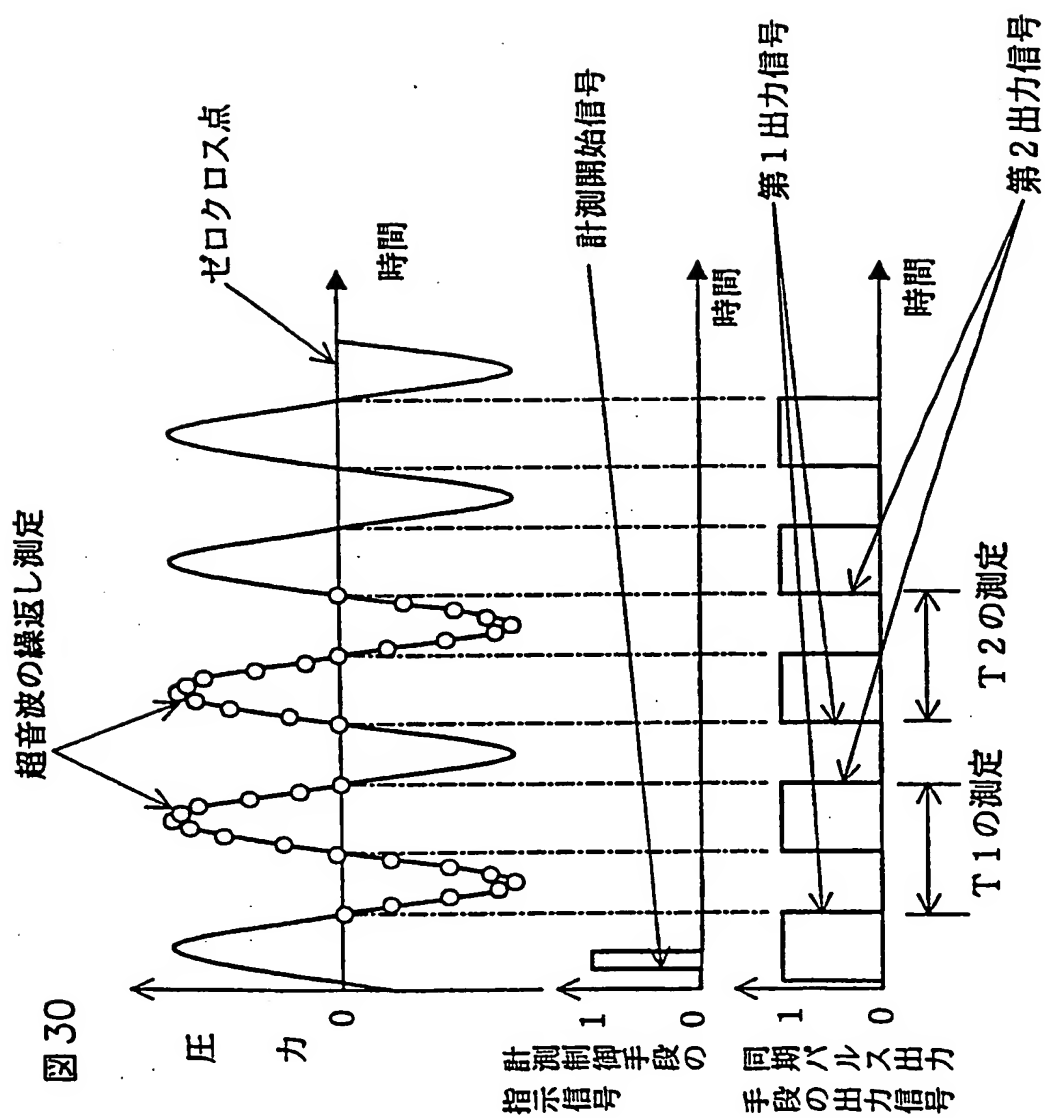


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

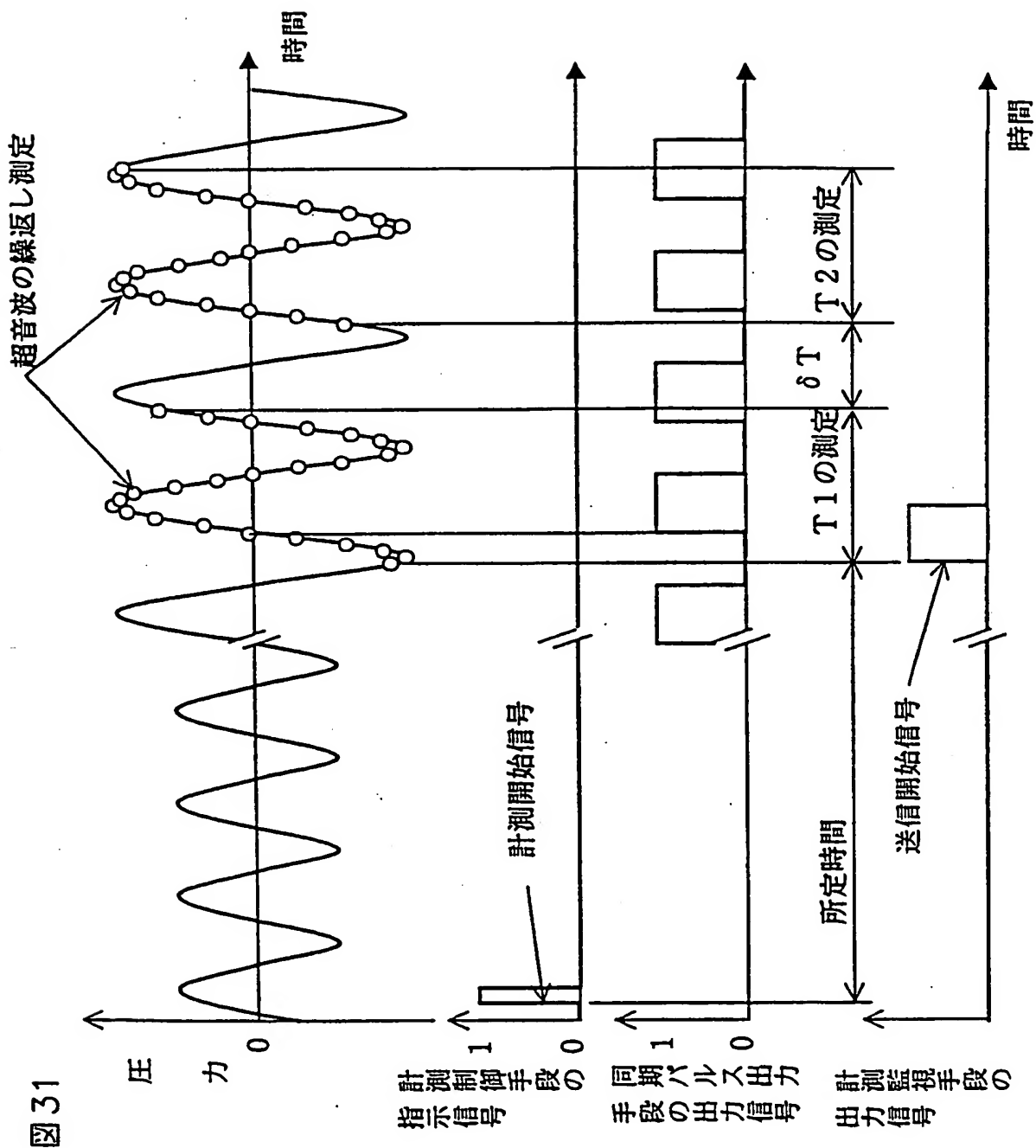


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

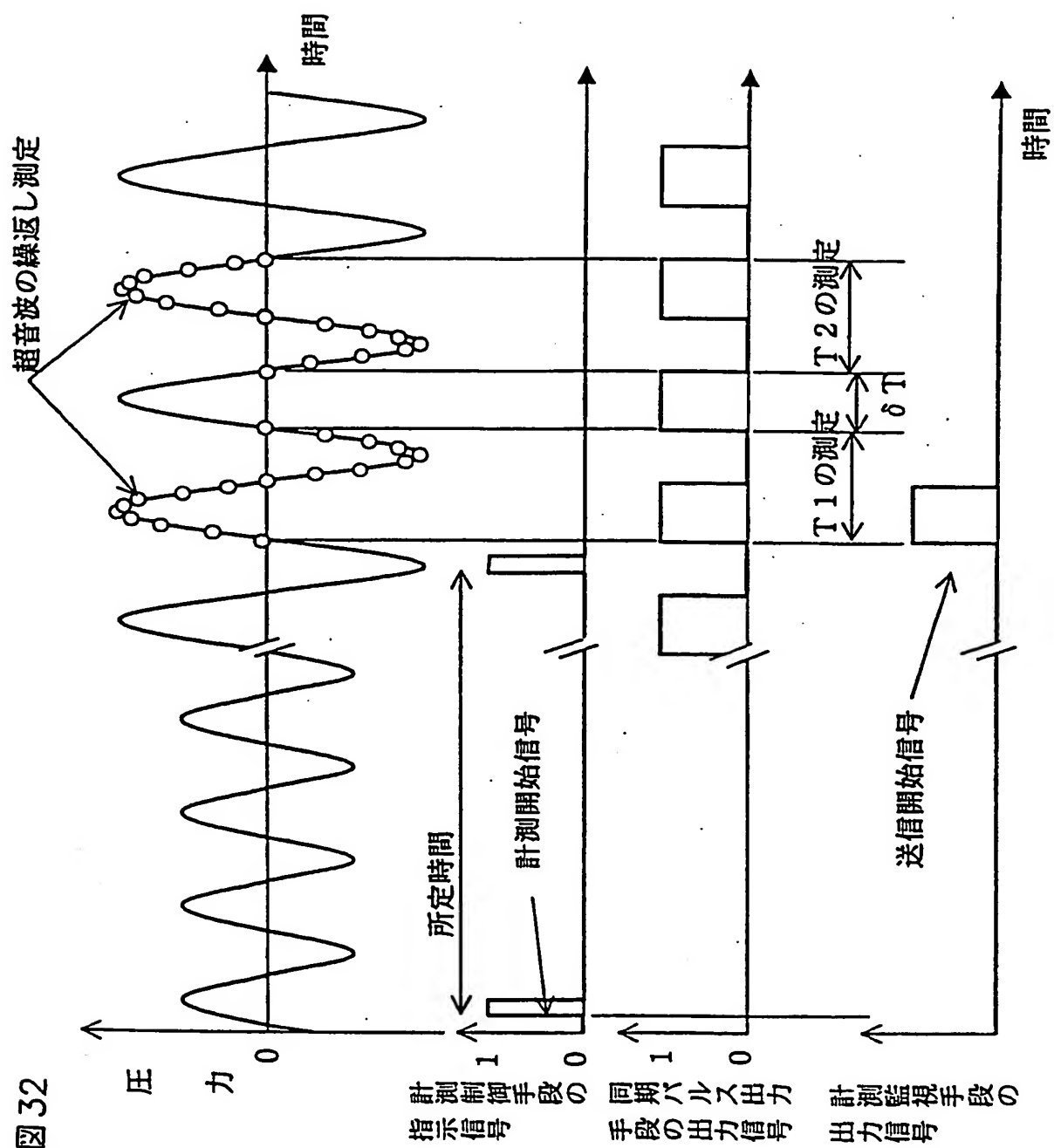




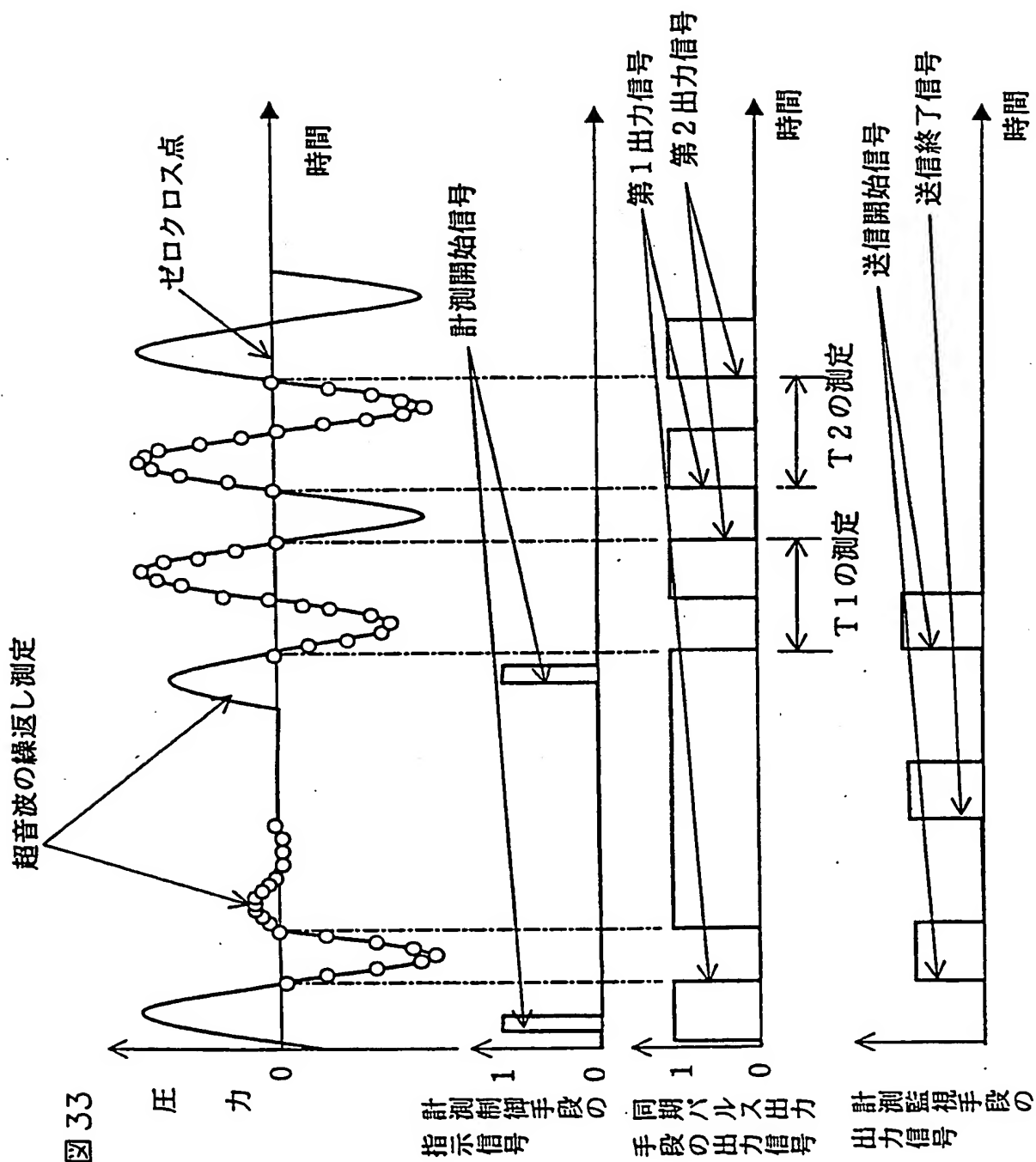
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



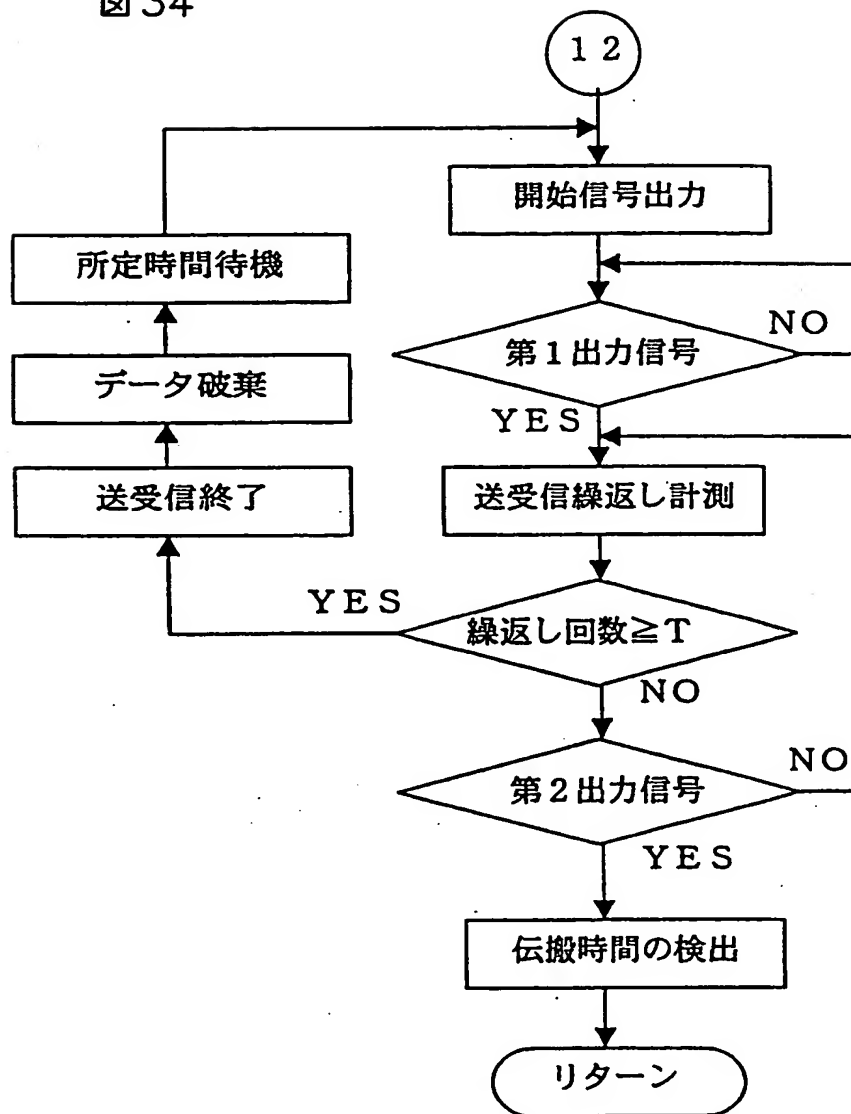
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

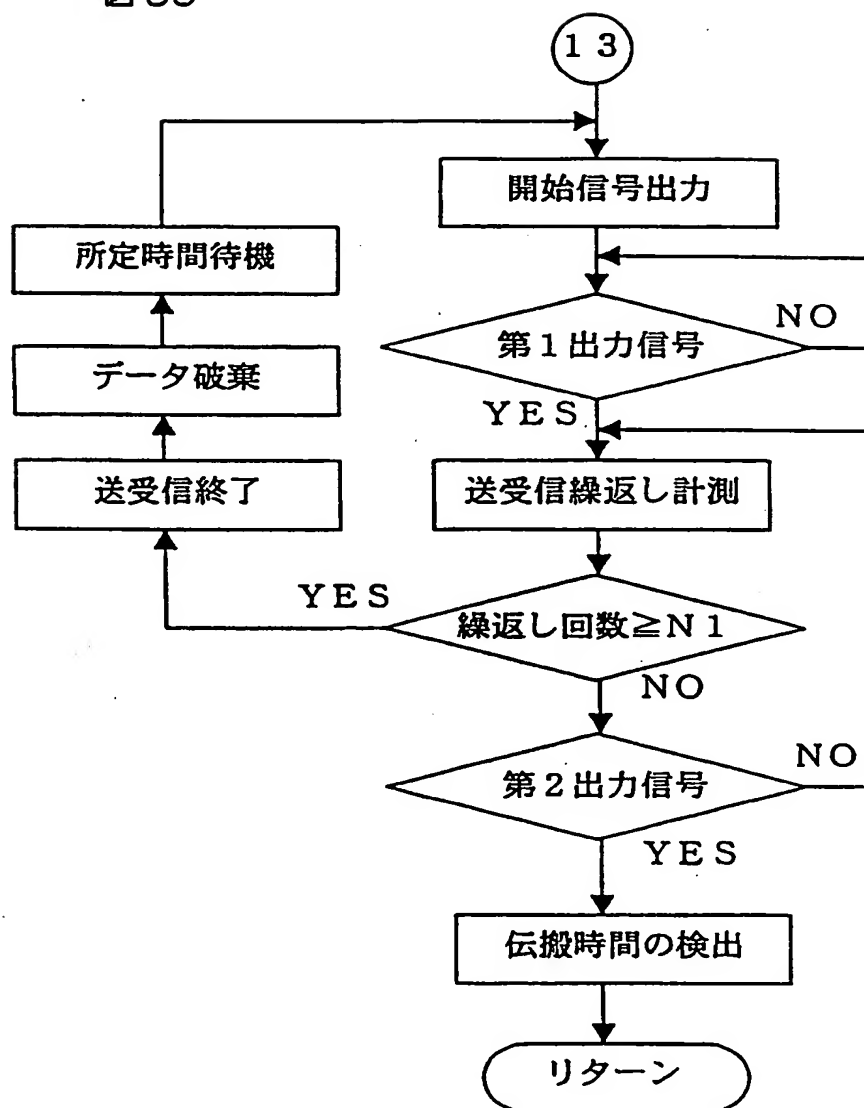


図 34



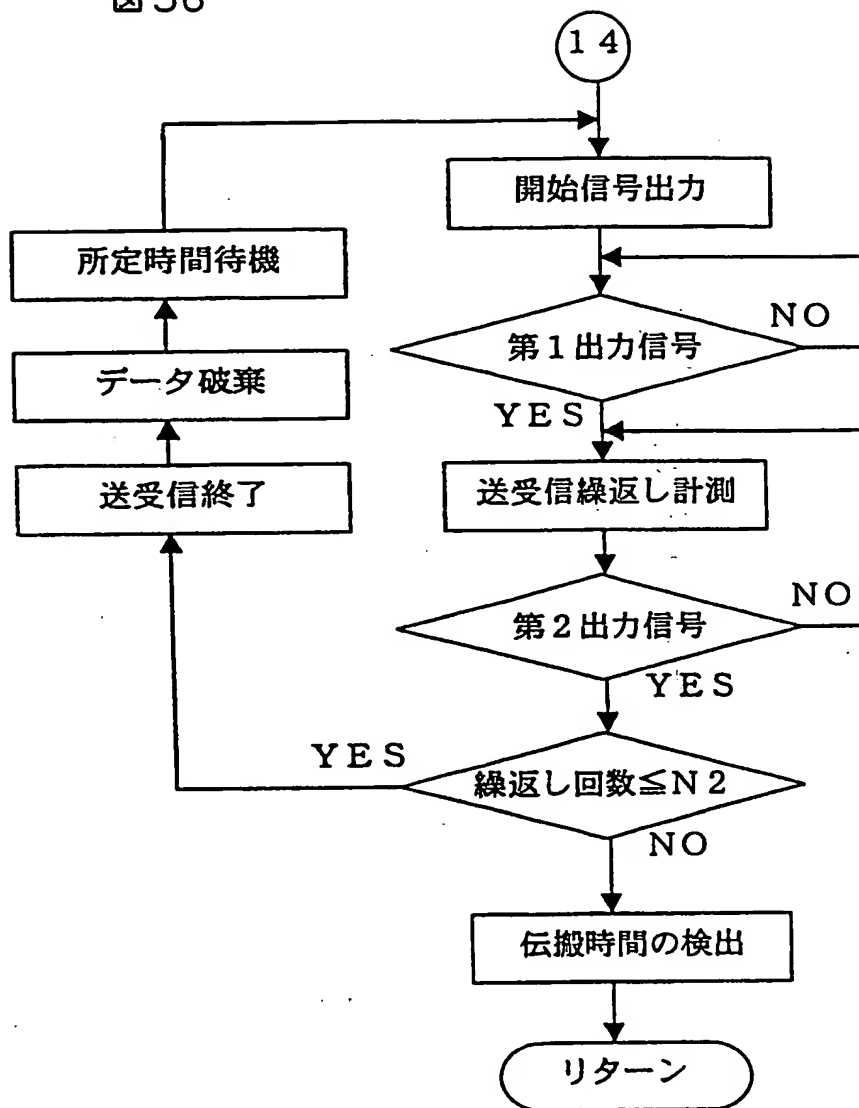
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 35



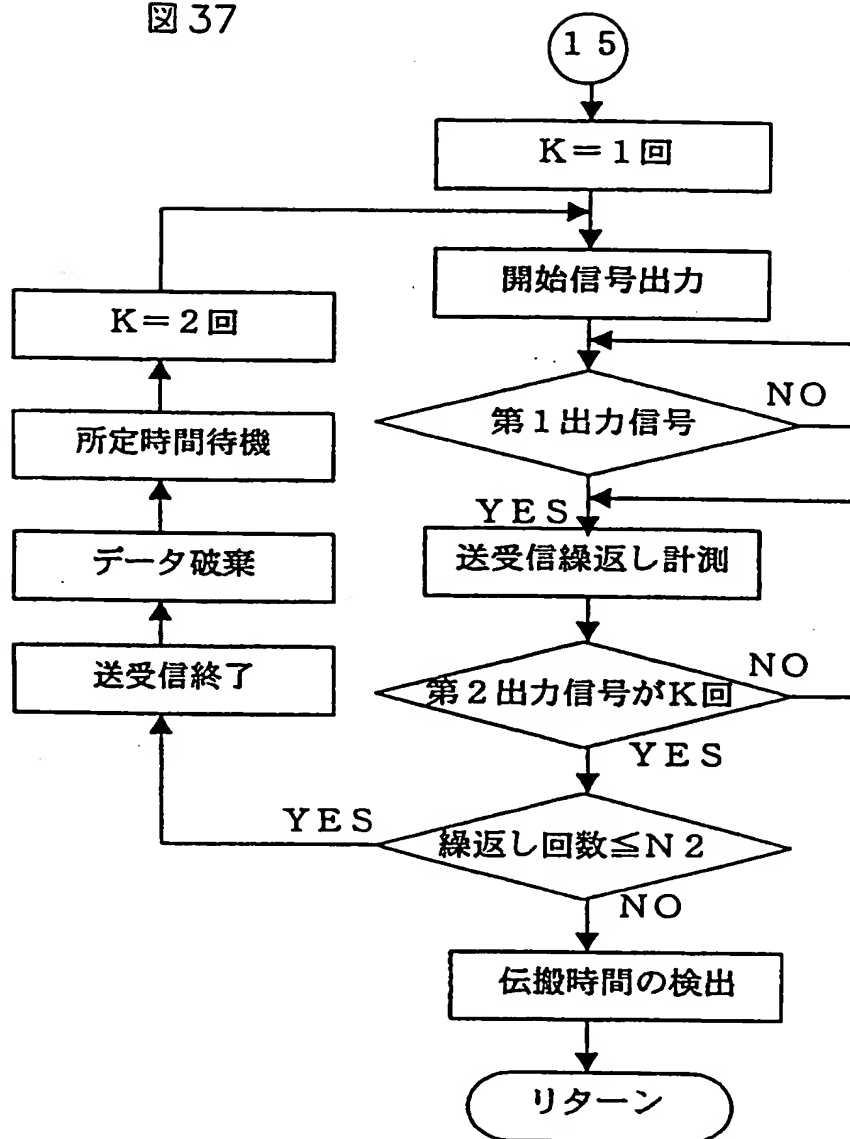
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 36



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

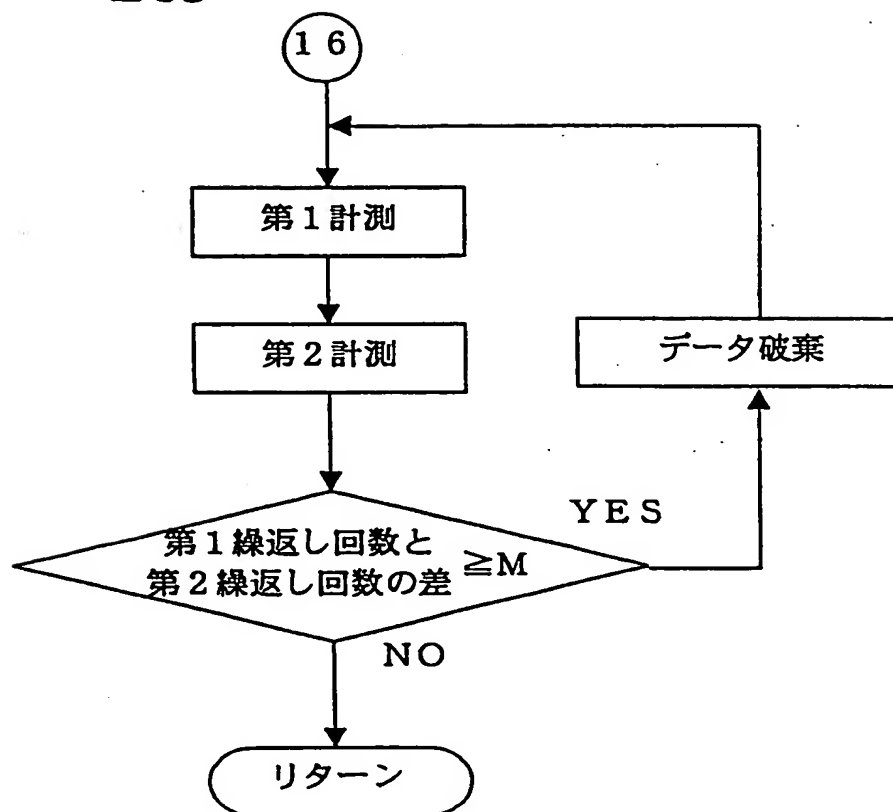
図 37



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

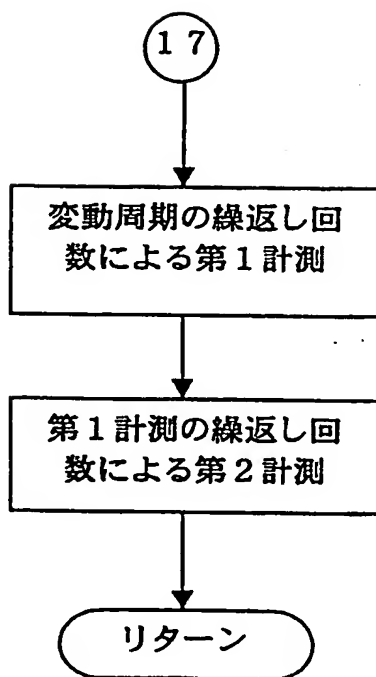


図 38

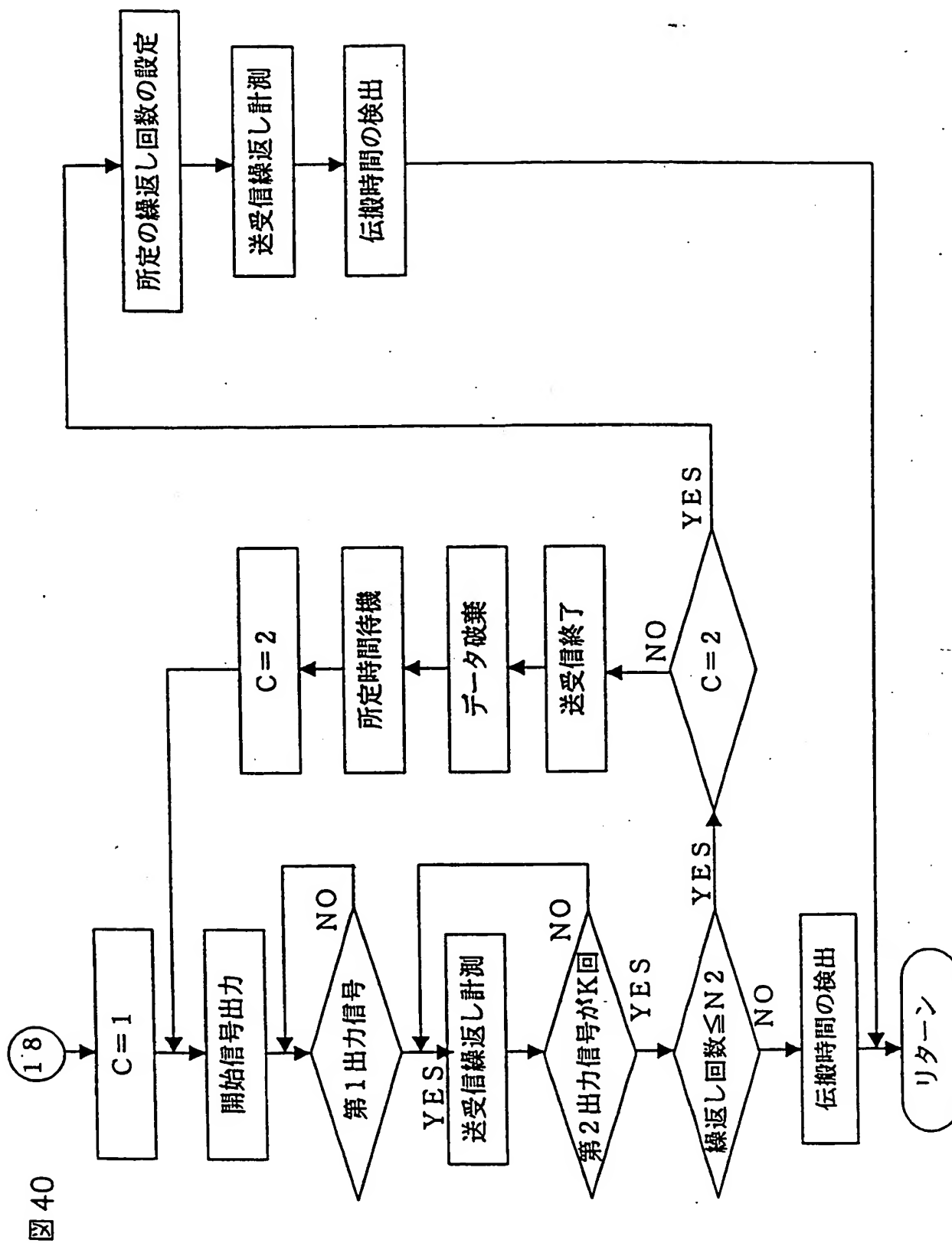


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

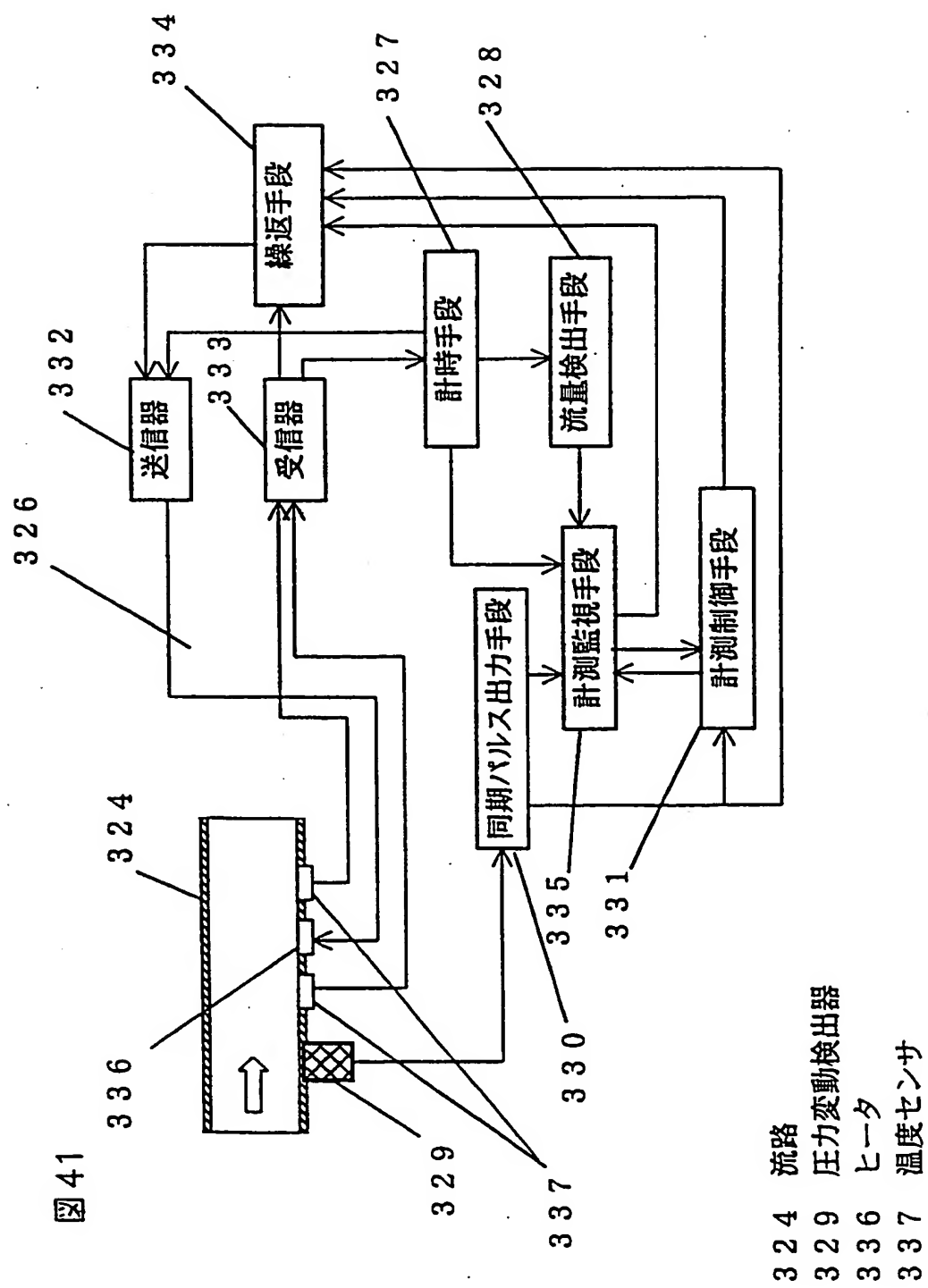
図 39



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



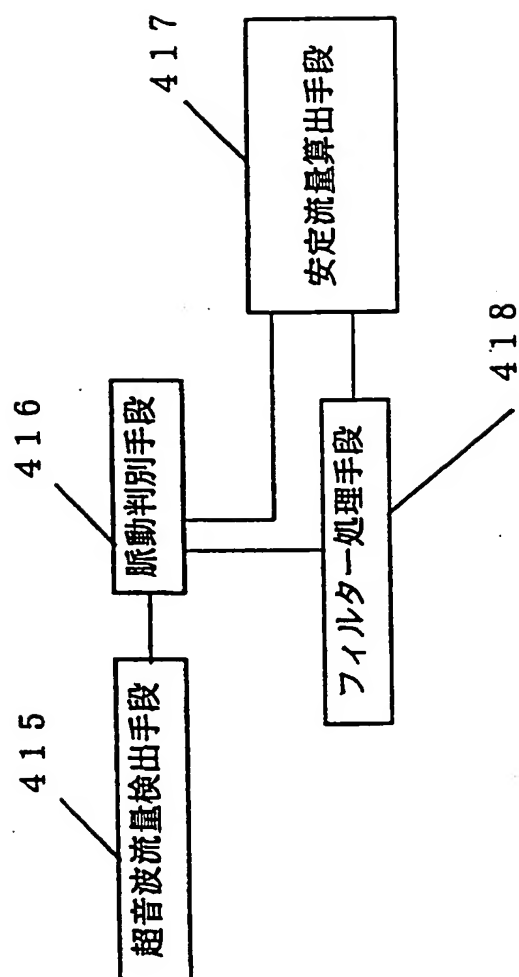
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

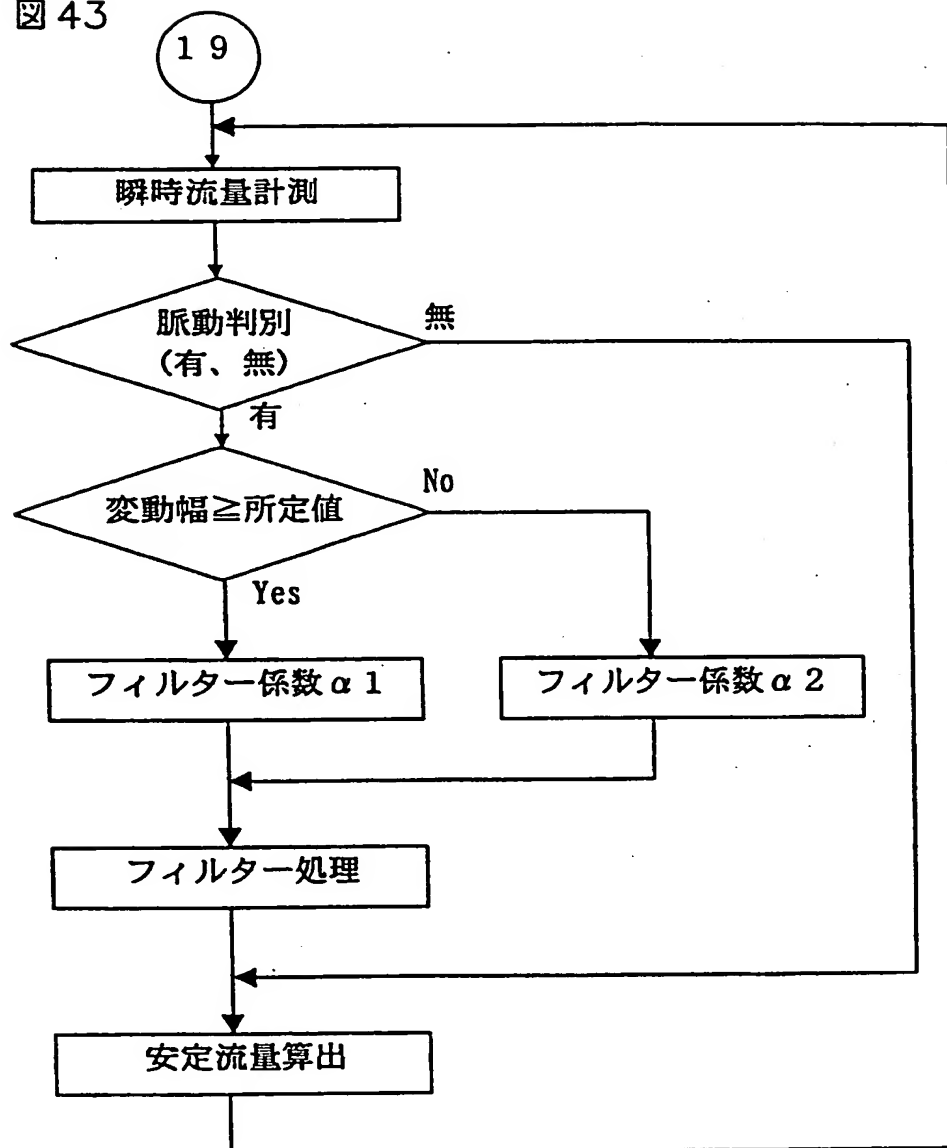


図 42



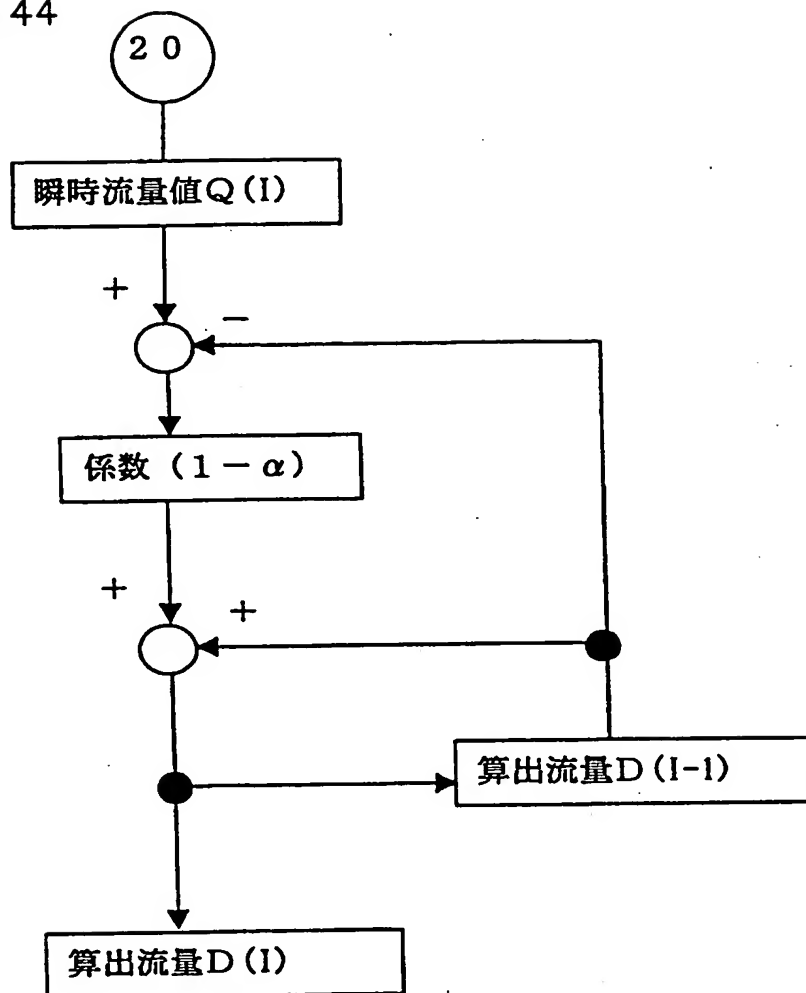
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 43



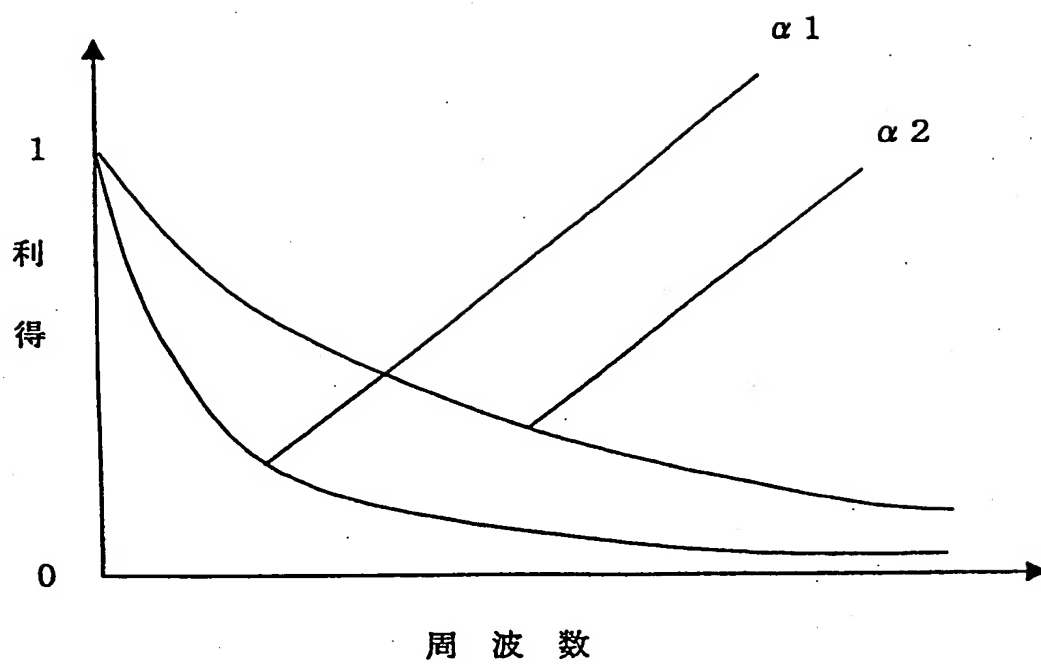
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 44



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

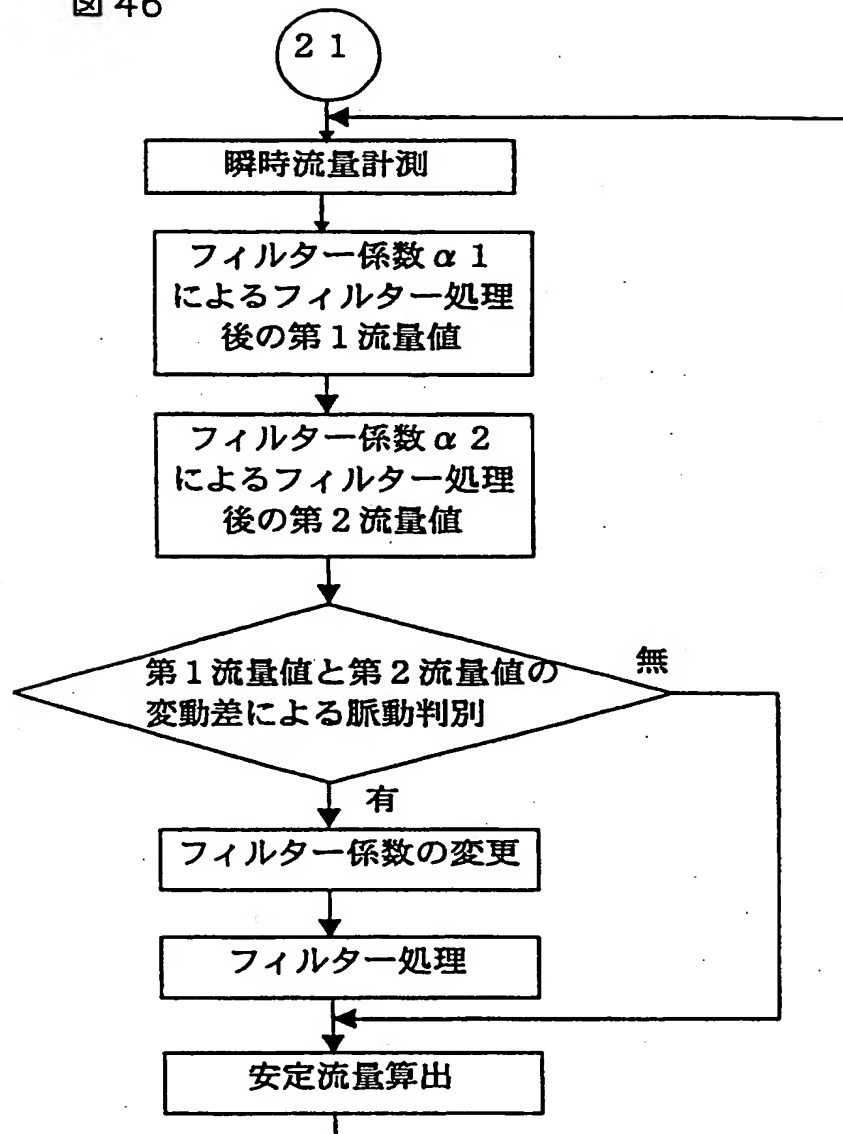
図 45



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

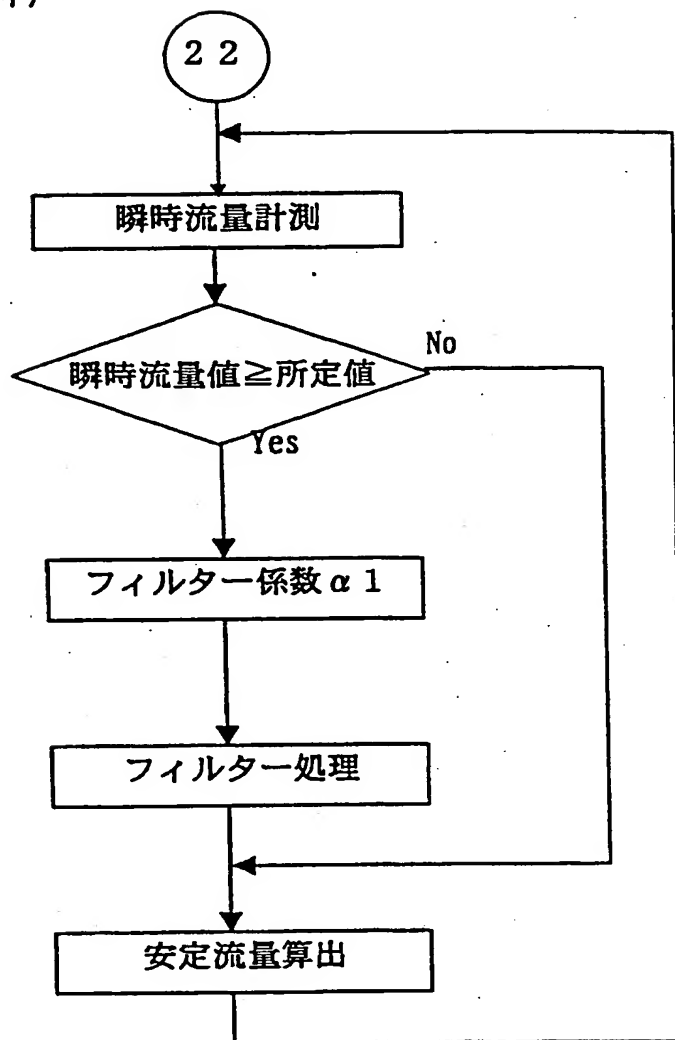


図 46



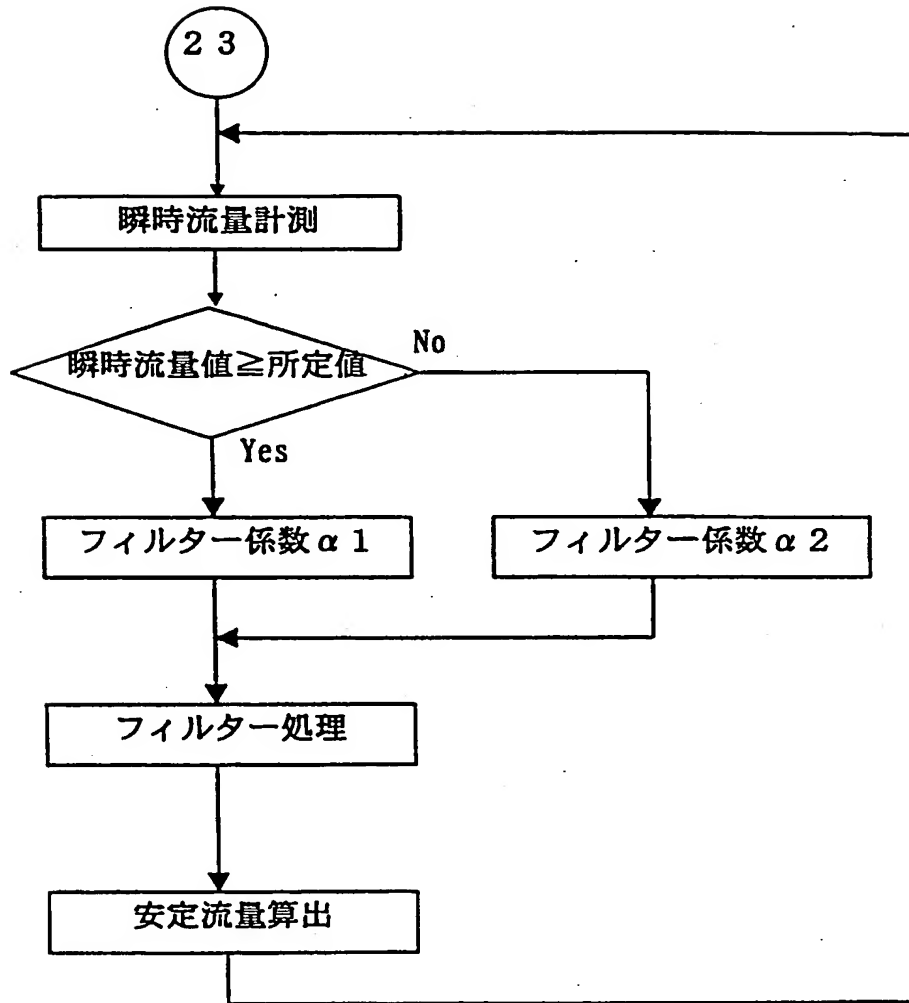
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 47



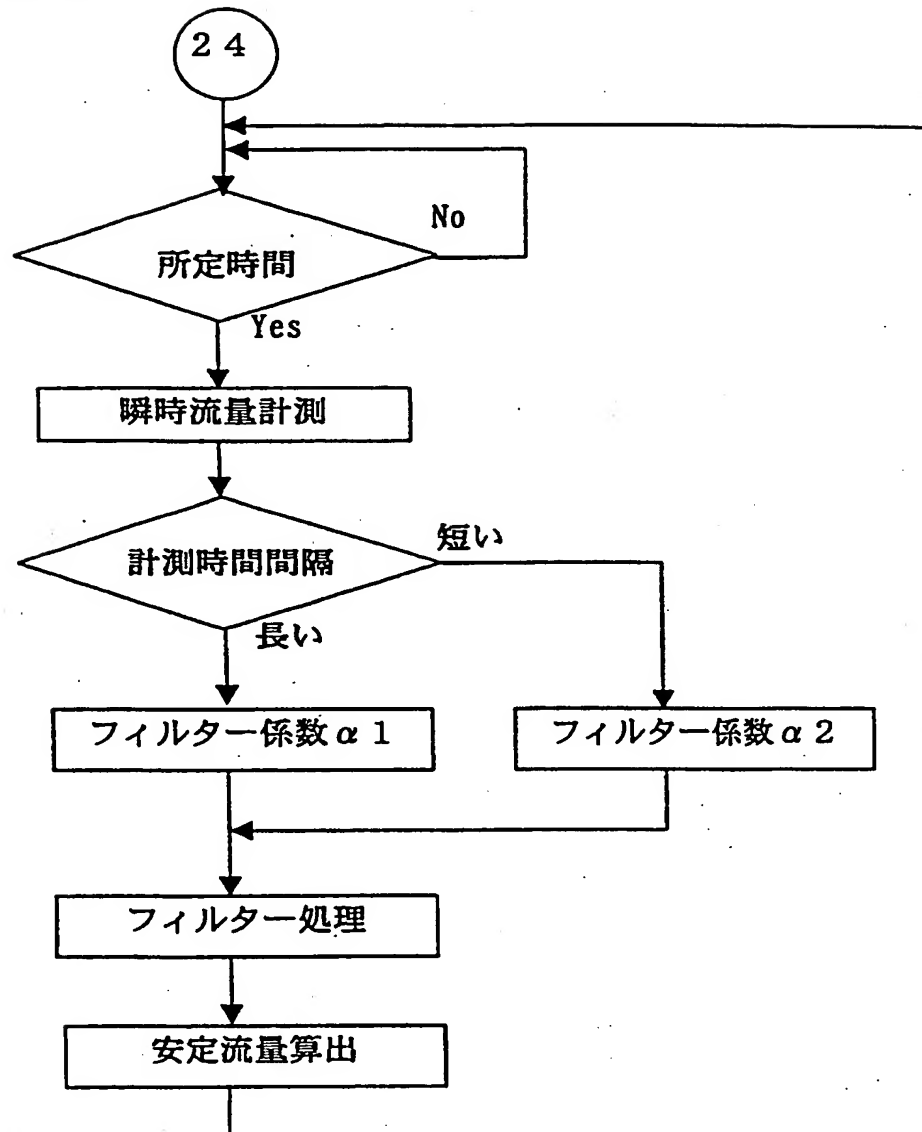
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 48



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

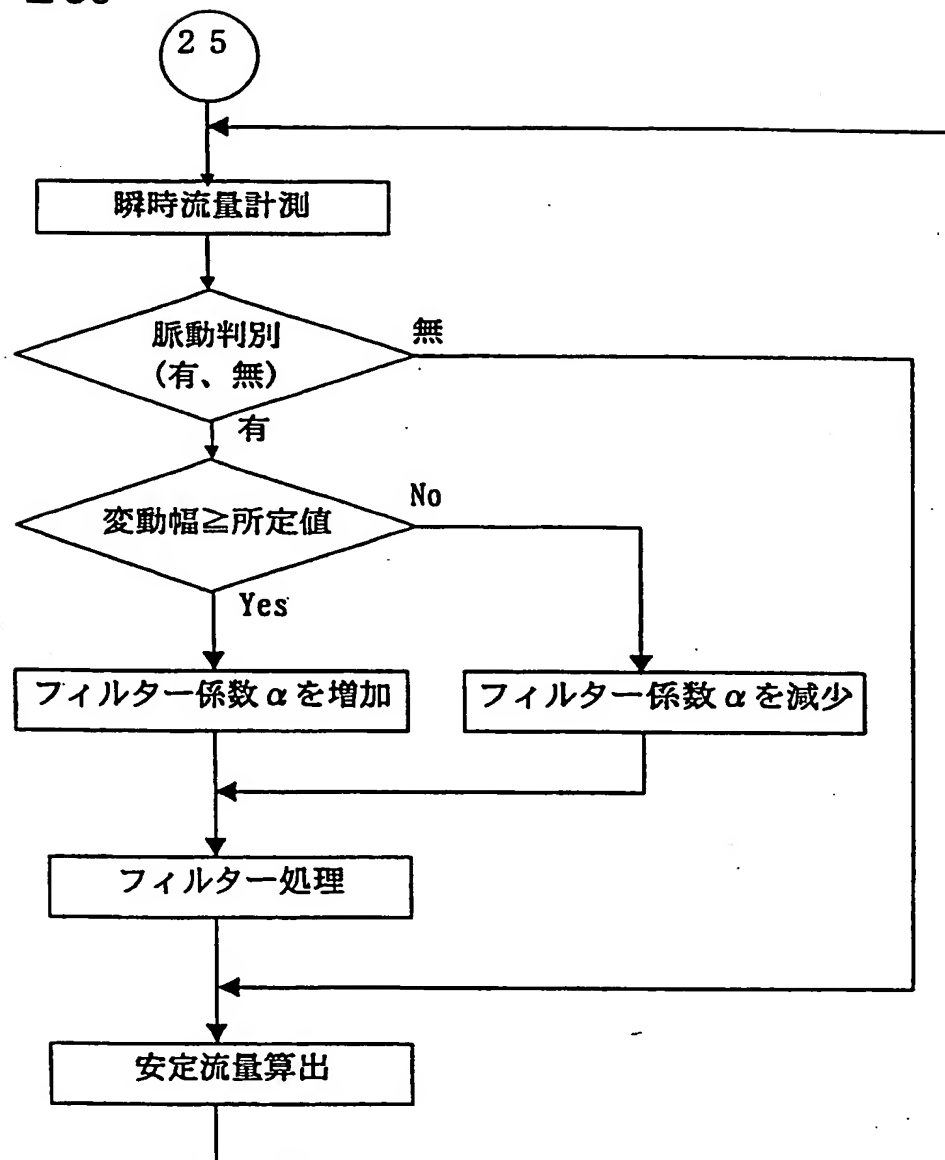
図 49



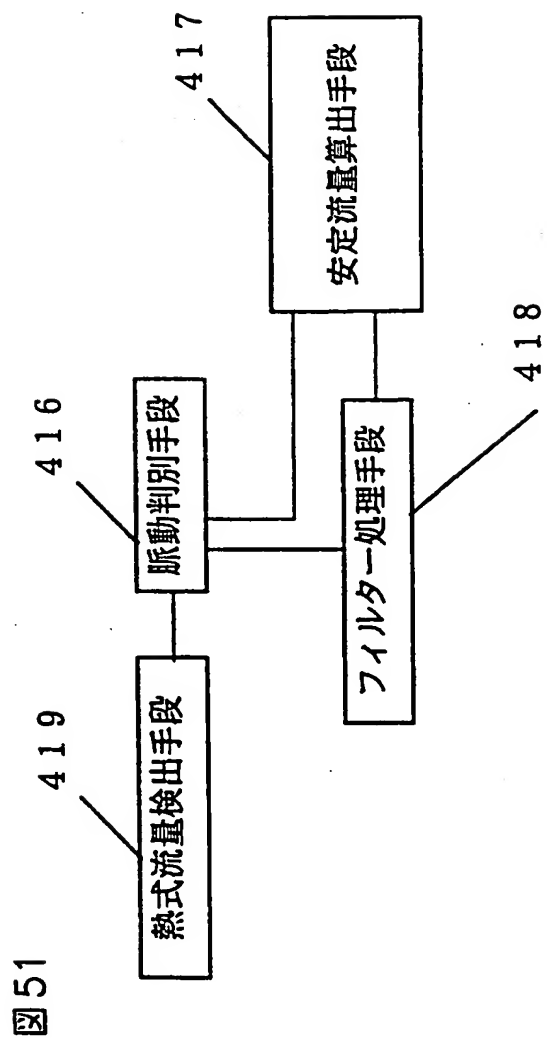
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



図 50

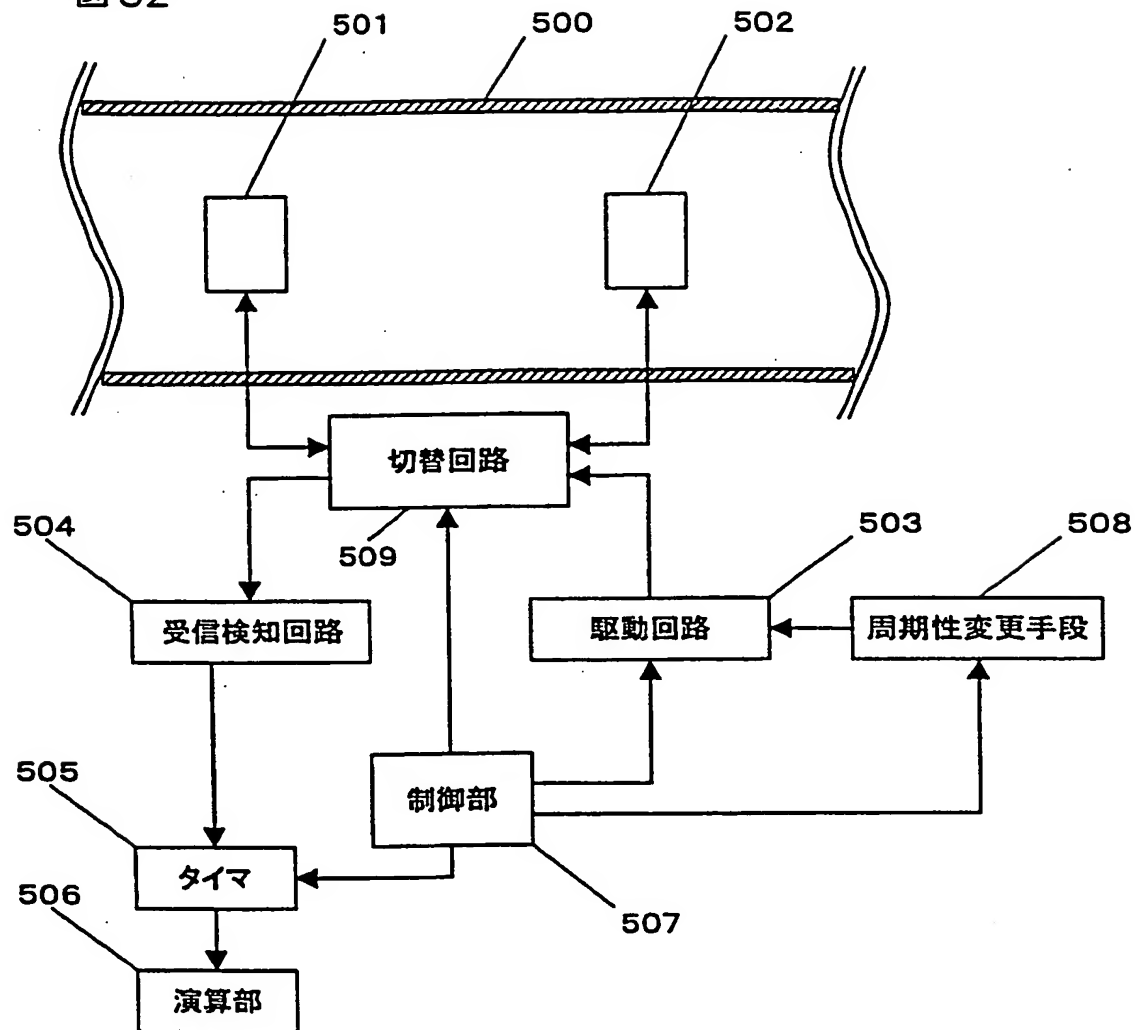


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 52



- 500 流量測定部
- 501、502 超音波振動子
- 503 駆動回路
- 504 受信検知回路
- 505 タイマ
- 507 制御部
- 506 演算部
- 508 周期性変更手段

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 53

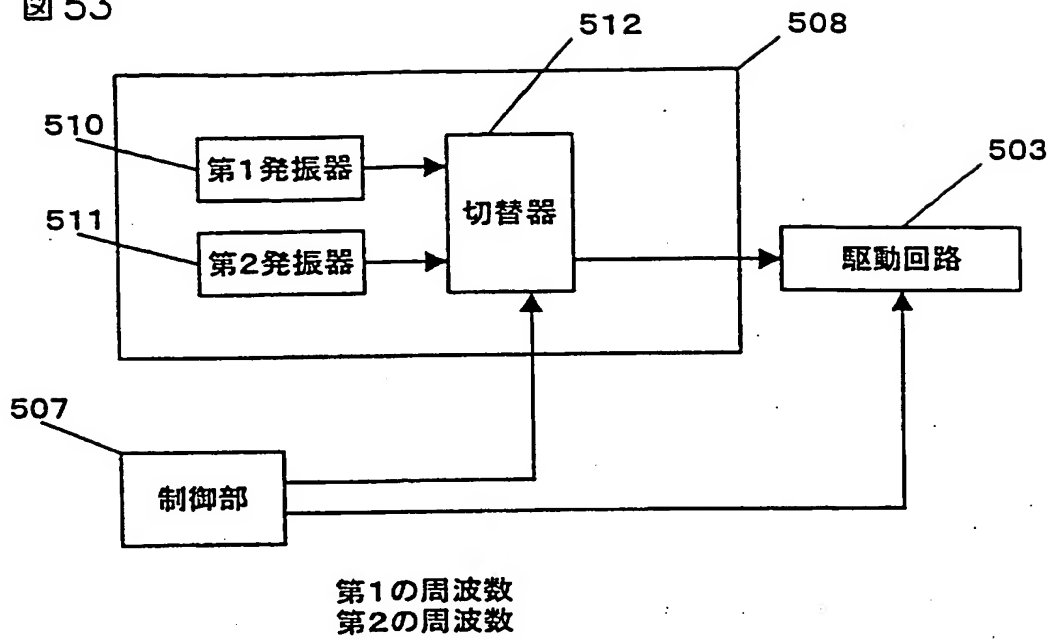
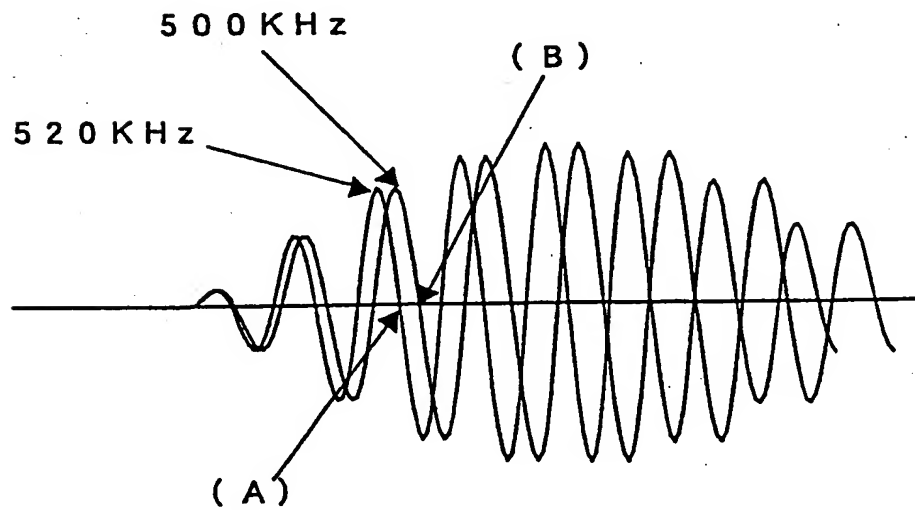


図 54



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



図 55

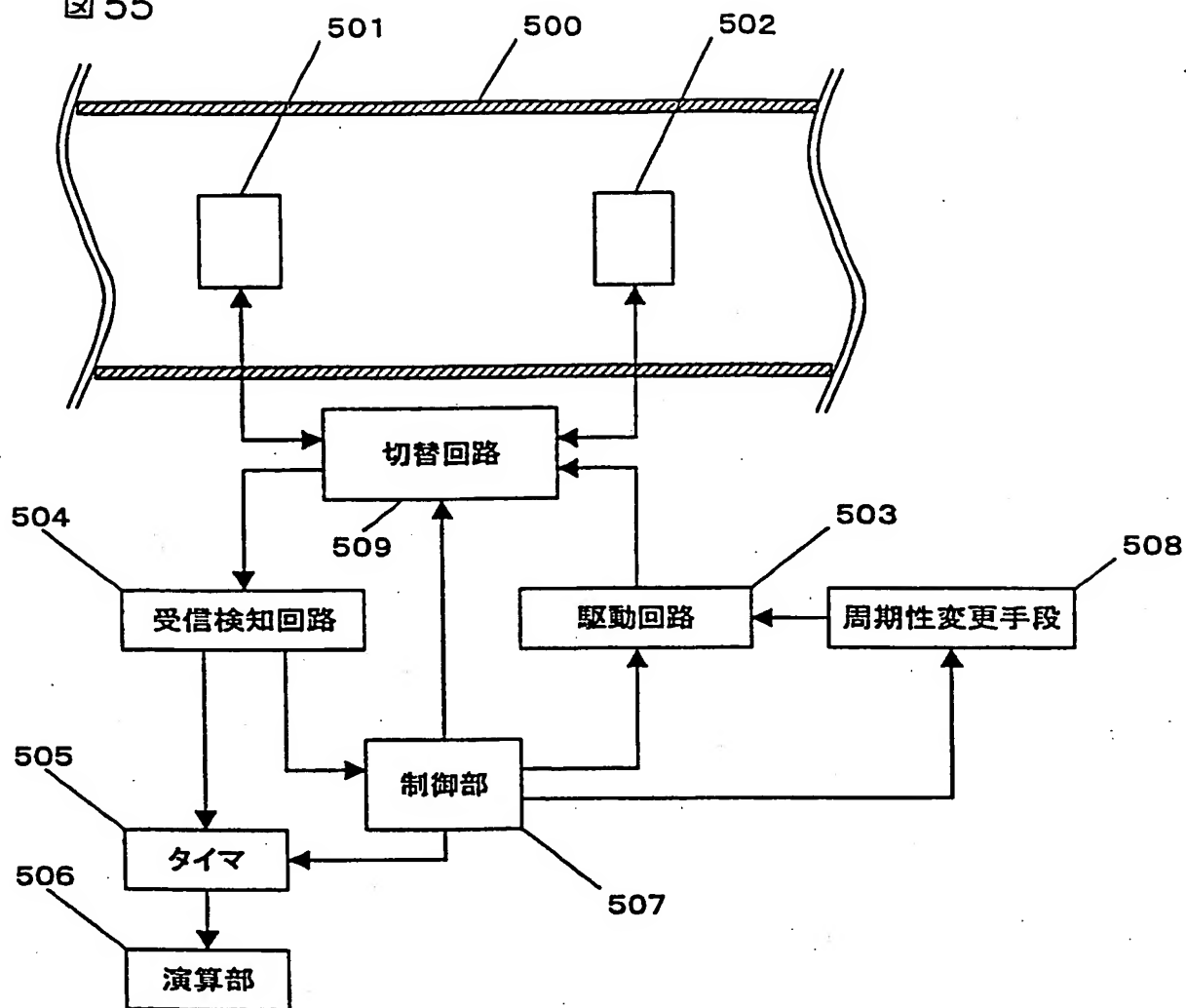
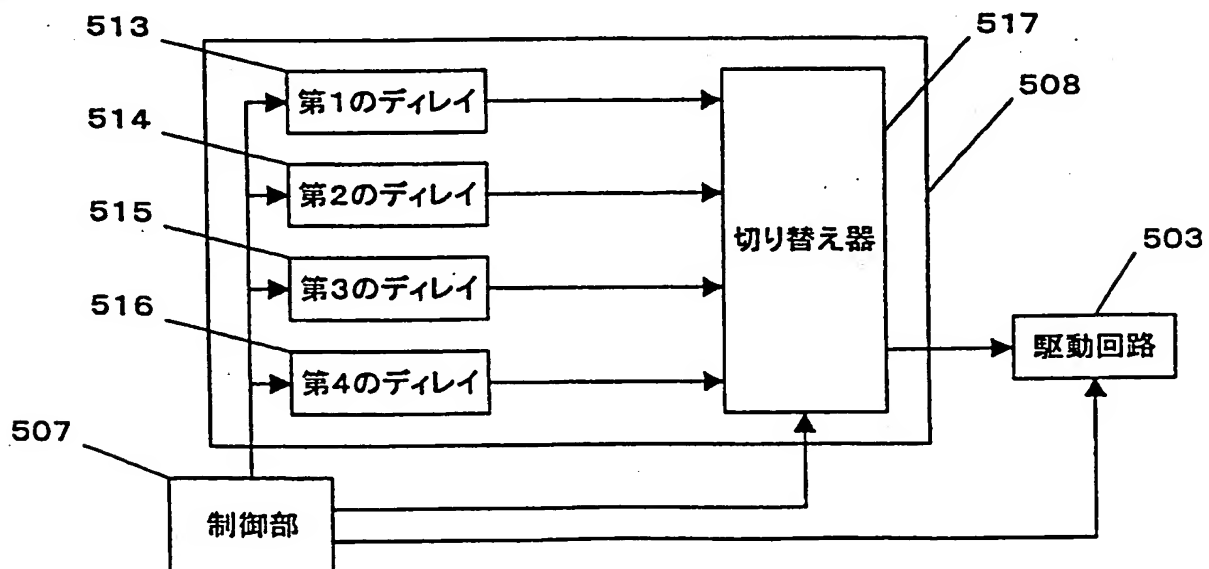


図 56



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 57A

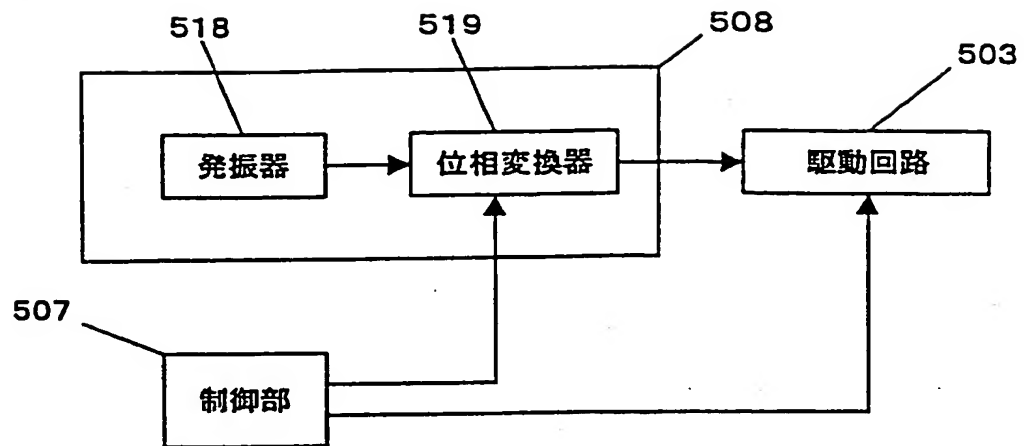
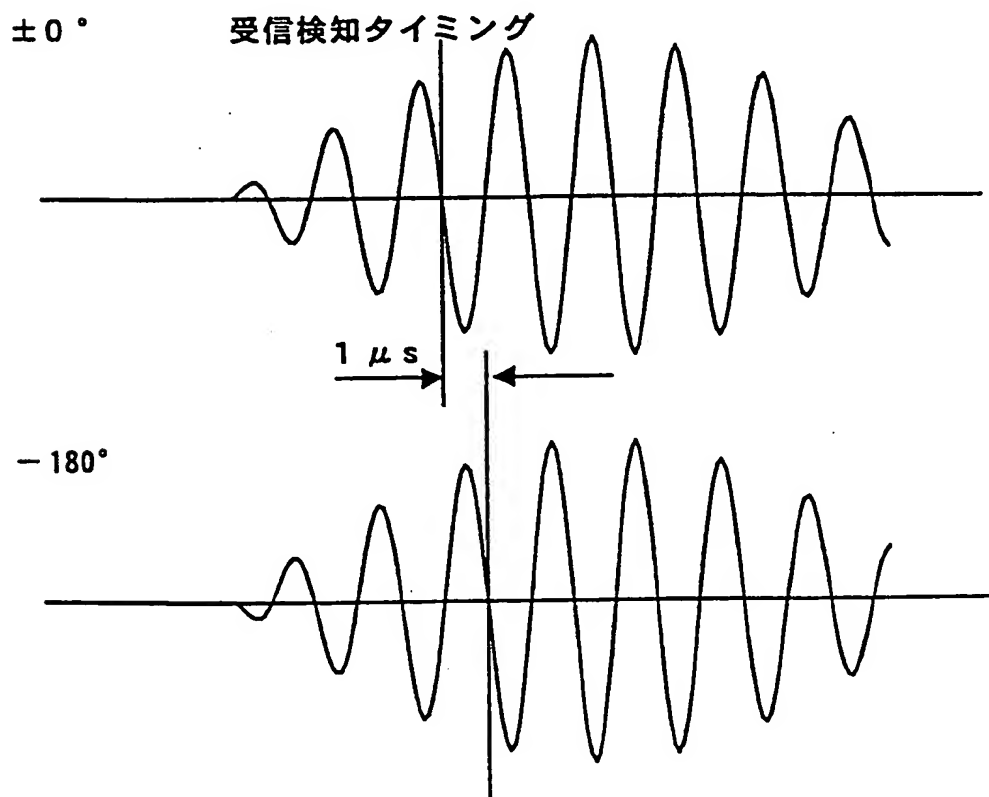


図 57B



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 58

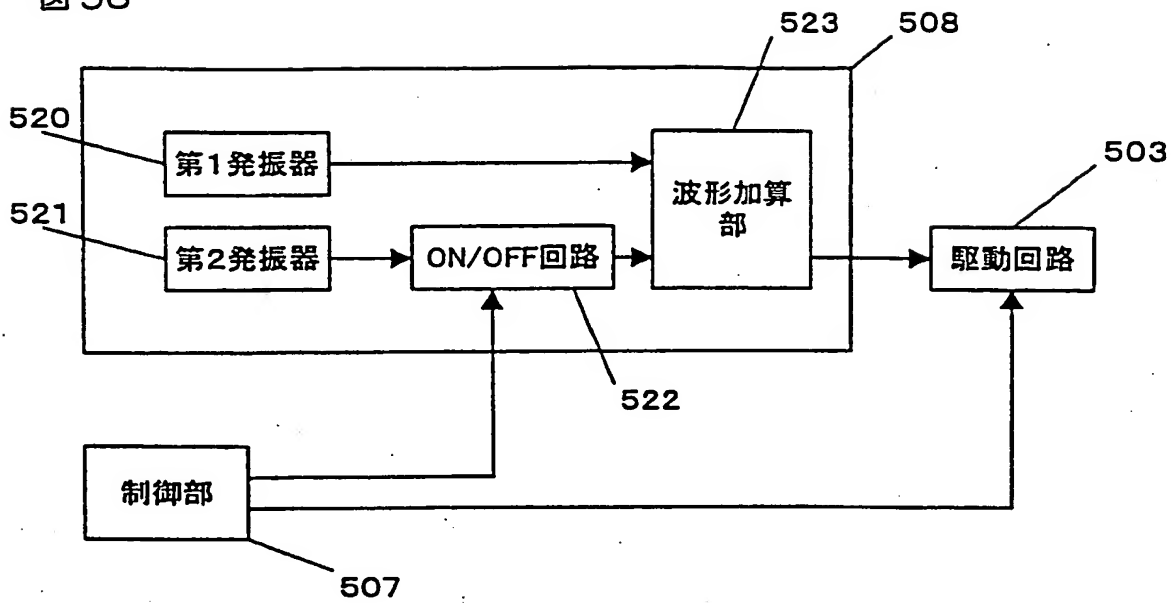
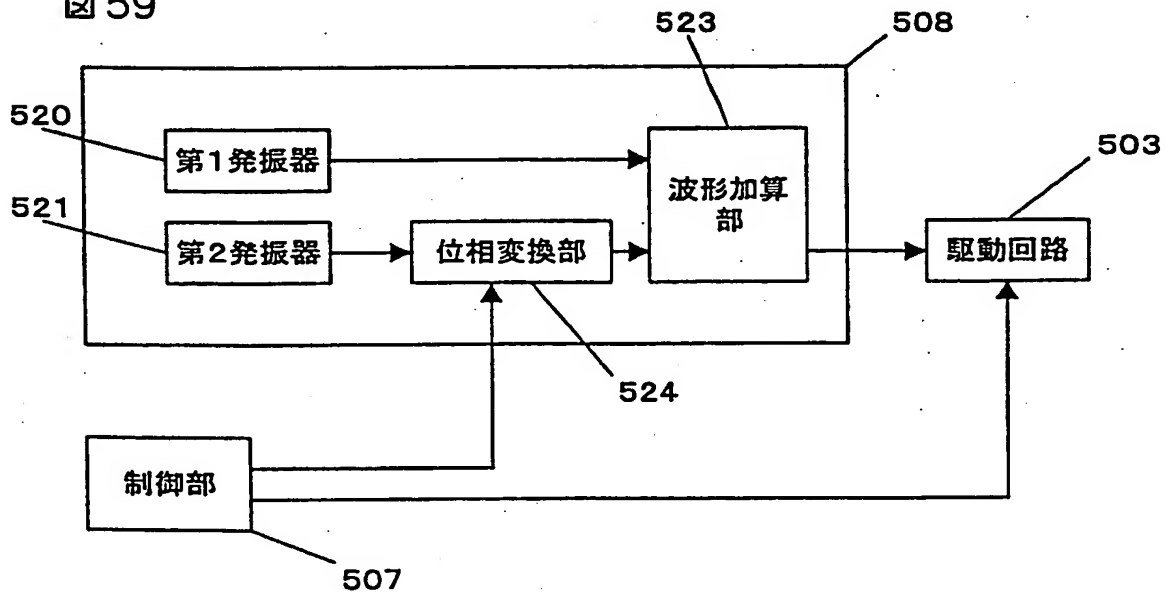
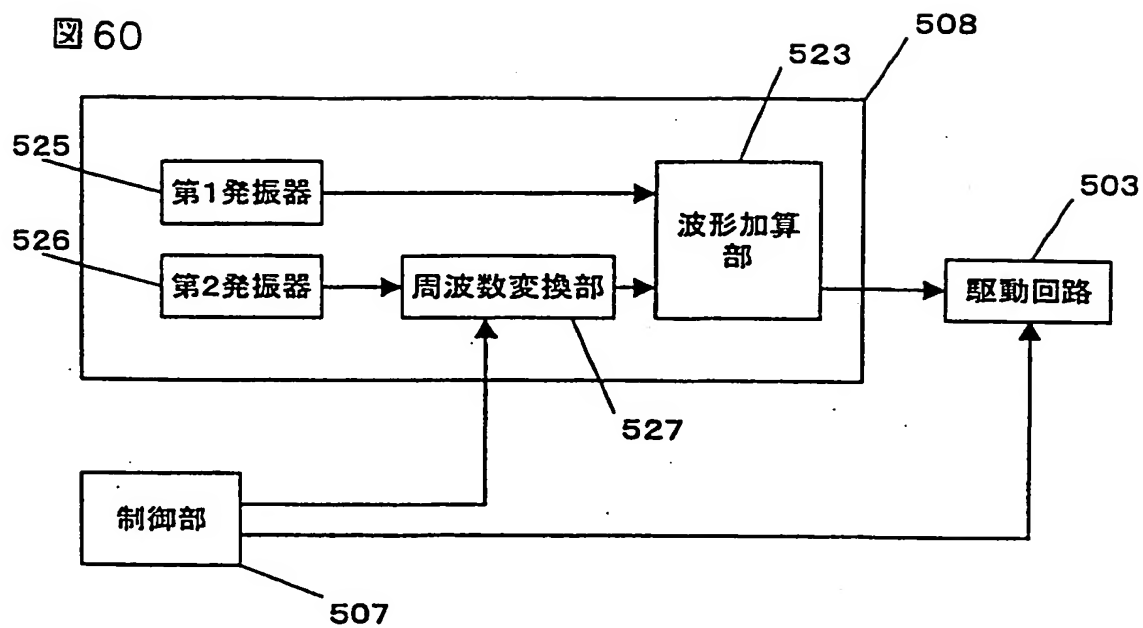


図 59



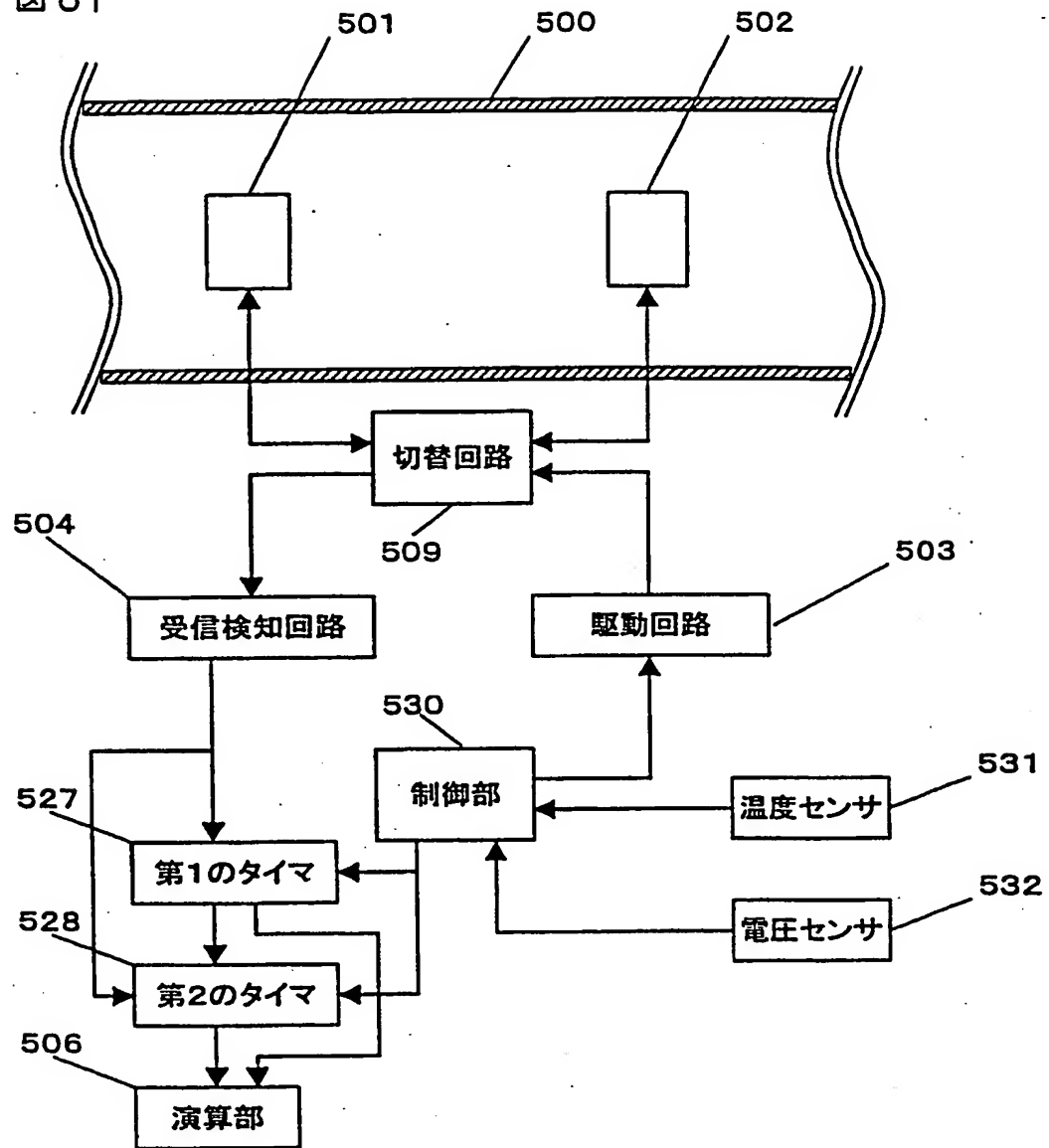
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

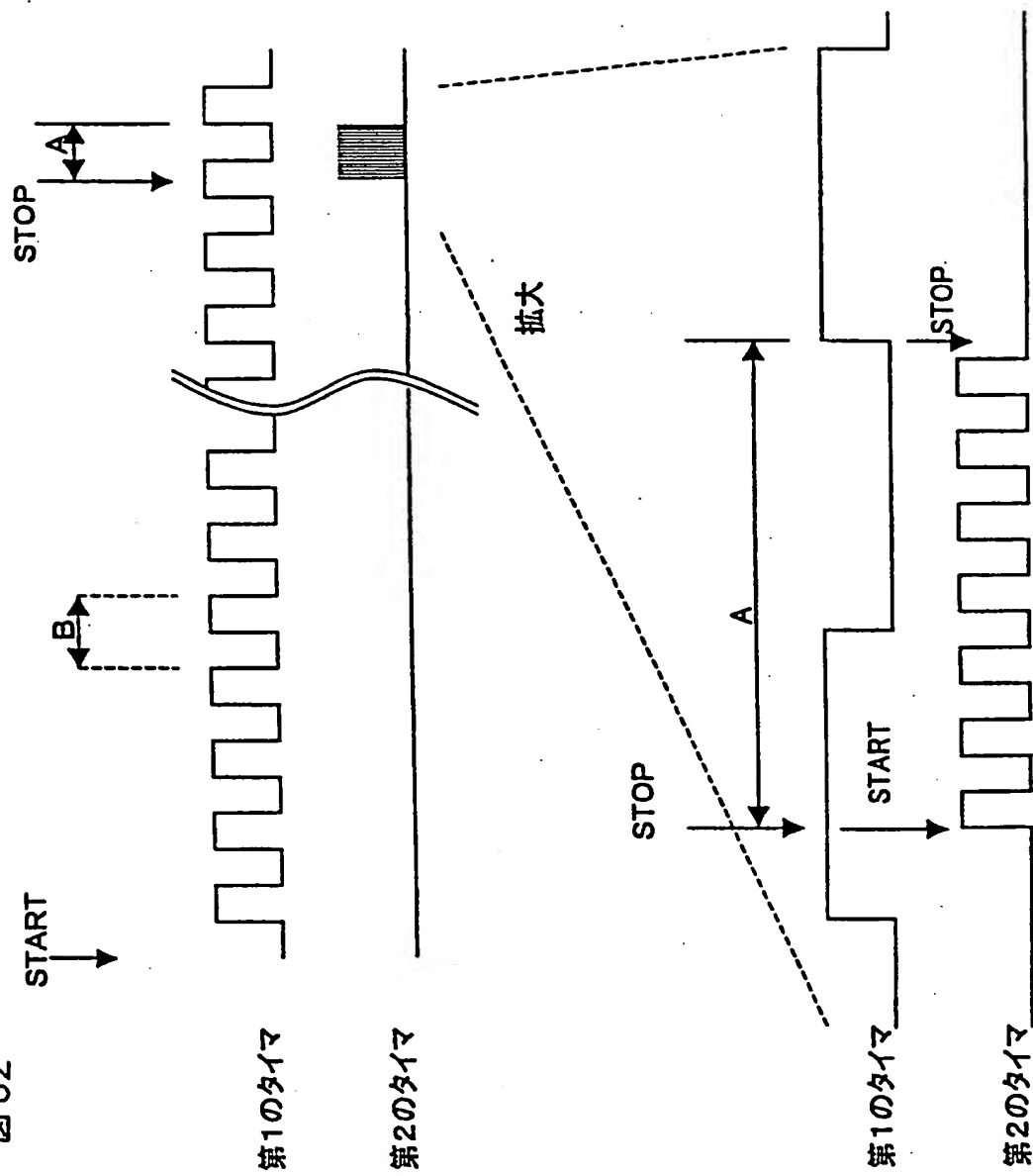


図 61



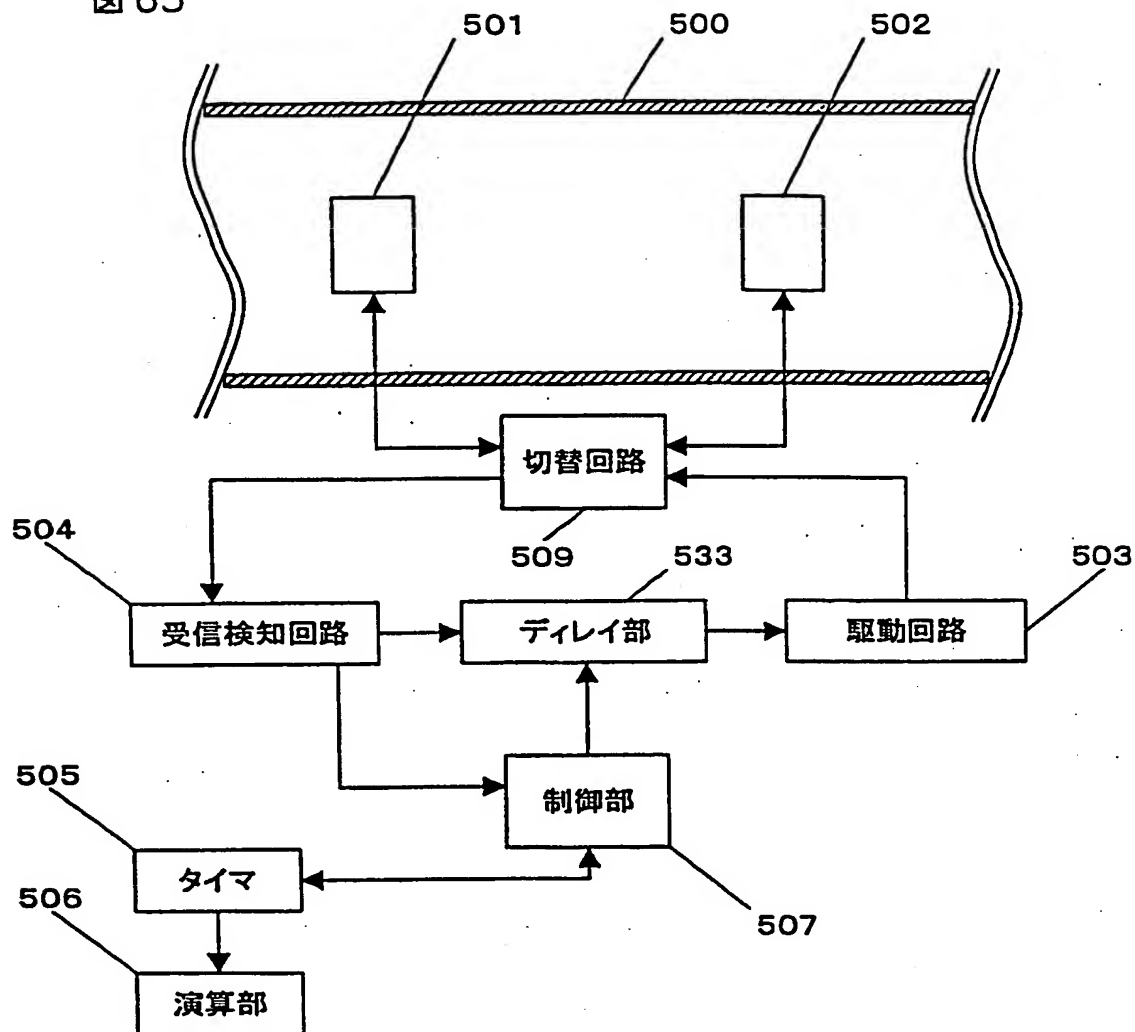
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 62



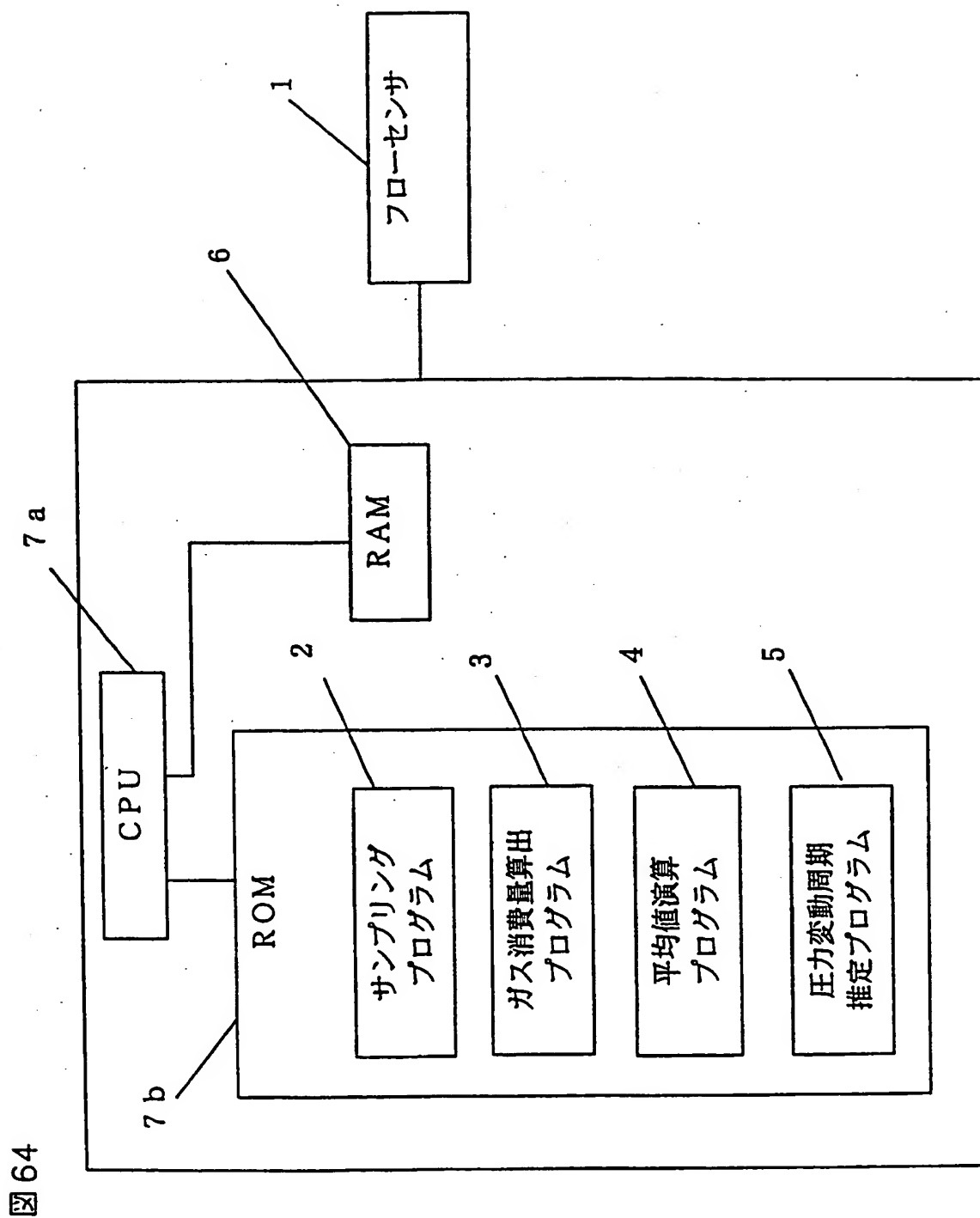
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 63



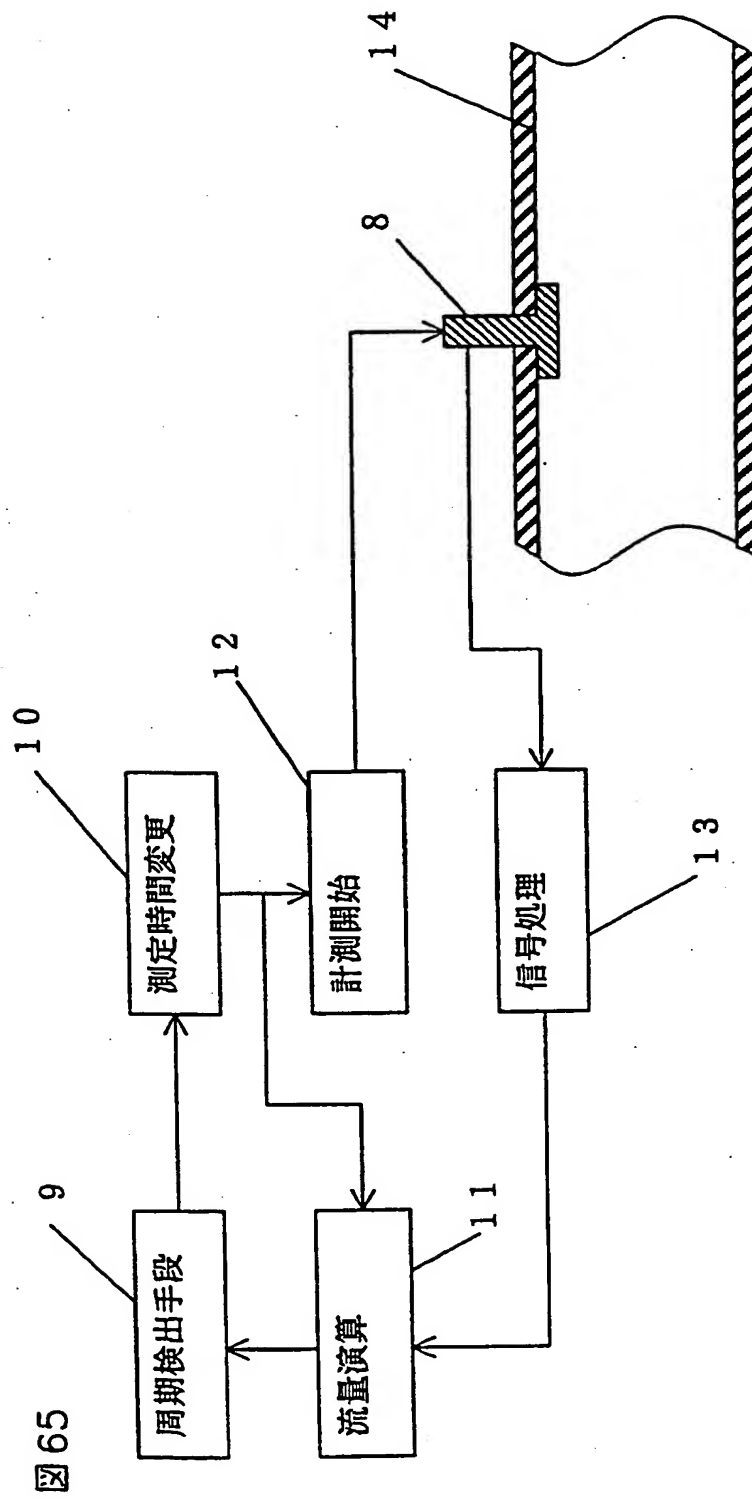
533 周期性安定化手段、ディレイ部

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

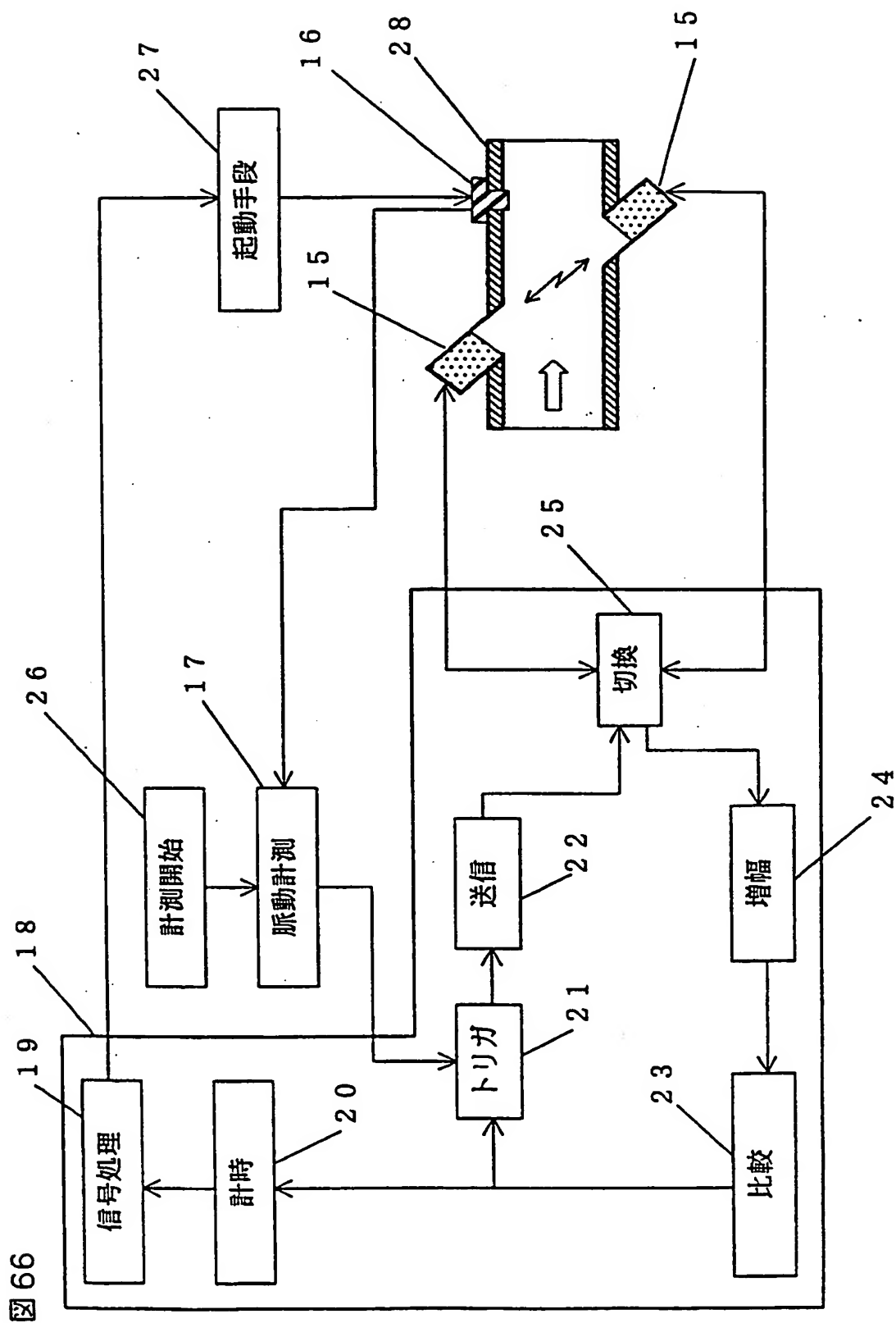


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



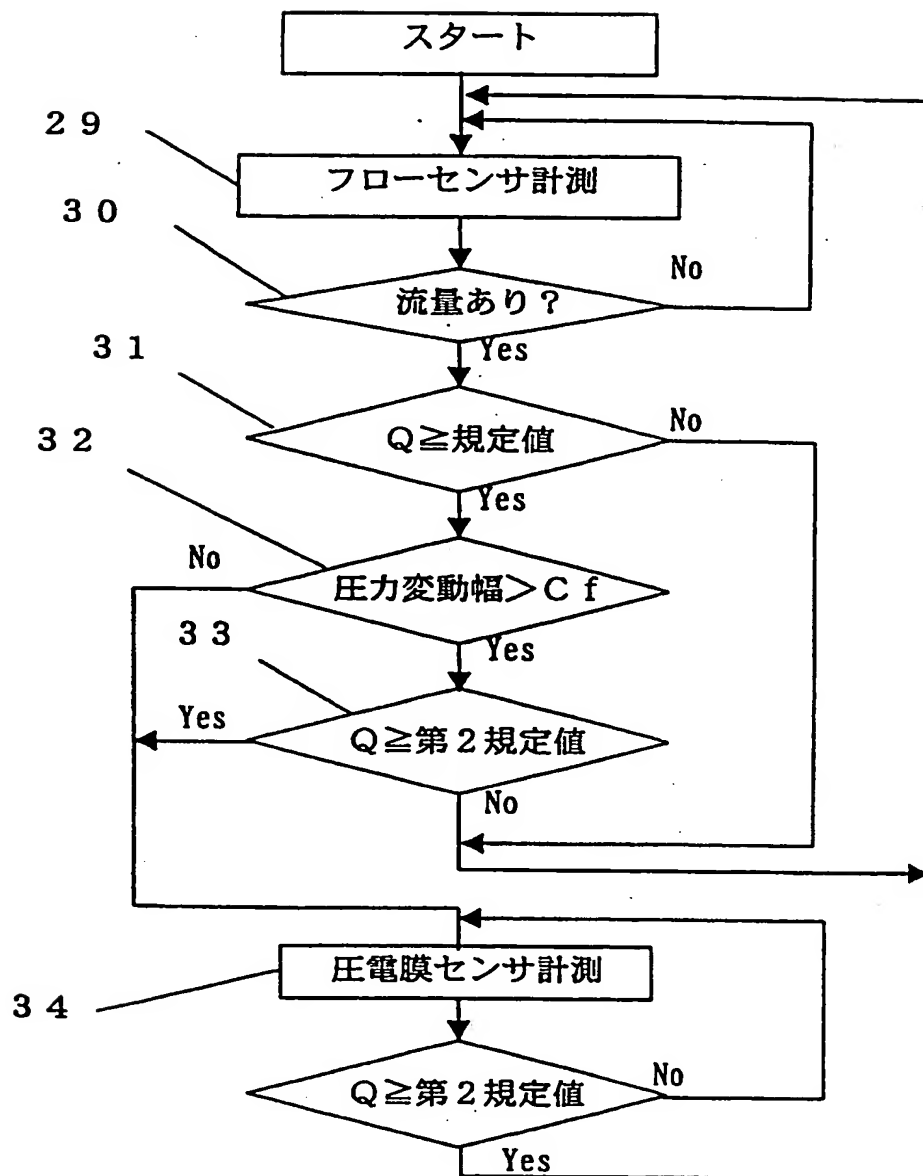


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



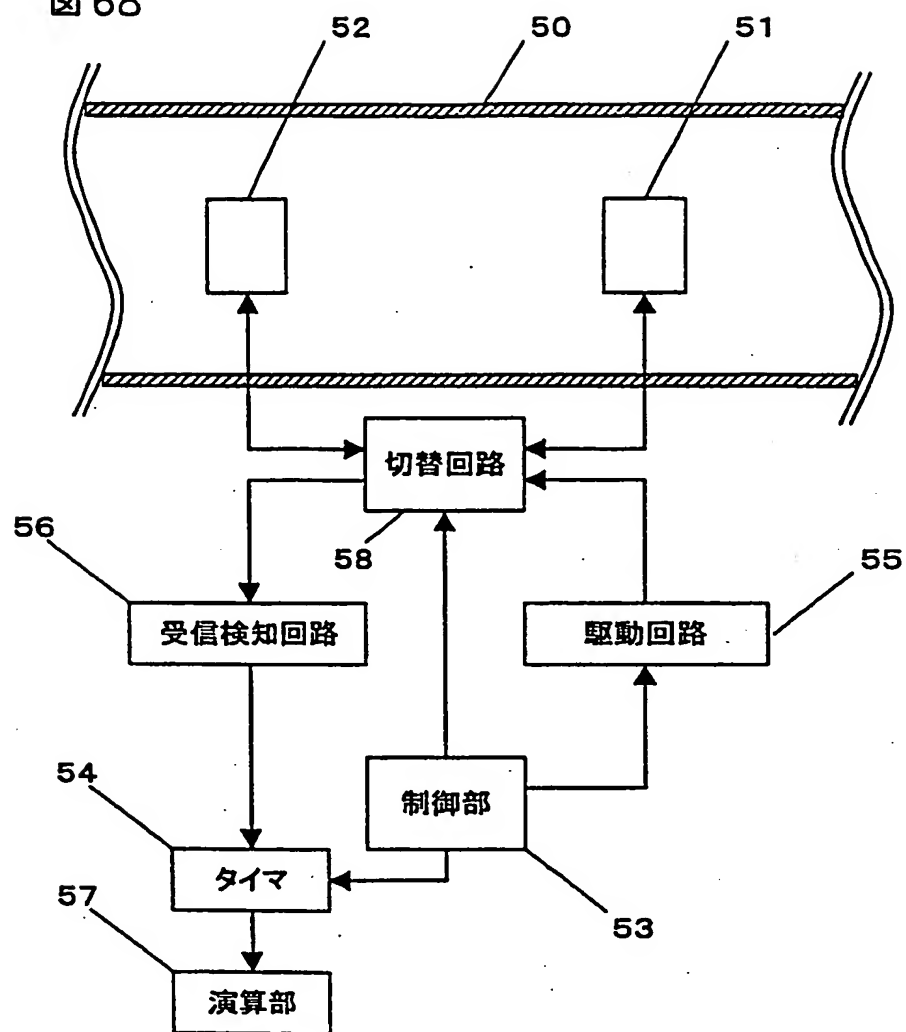
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 67



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 68



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/04165

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl.<sup>7</sup> G01F1/66

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> G01F1/66

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2000	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPIL

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP, 9-304139, A (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.), 28 November, 1997 (28.11.97), Par. Nos. [0023]-[0024]; Figs. 3 to 4 (Family: none)	1-11 15-24 64-73
X Y	JP, 11-44563, A (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.), 16 February, 1999 (16.02.99), Full text; all drawings (Family: none)	12-14 15-24
X	JP, 8-304135, A (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.), 22 November, 1996 (22.11.96), Full text; all drawings (Family: none)	25-38
X	JP, 8-271313, A (Tokyo Gas K.K.), 18 October, 1996 (18.10.96), Full text; all drawings (Family: none)	39
X	US, 5513535, A (Instrumenttitehdas Kytola Oy), 07 May, 1996 (07.05.96), Full text; all drawings & JP, 6-507724, A & WO, 93013390, A1	40-50

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
18 September, 2000 (18.09.00)

Date of mailing of the international search report  
03 October, 2000 (03.10.00)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/04165

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	& EP, 572583, B  JP, 63-5217, A (Tokyo Keiki Co., Ltd.), 11 January, 1988 (11.01.88), Full text; all drawings (Family: none)	51, 53-63 64-73

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/04165

## Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The special technical feature of the inventions of claims 1-11 (hereinafter referred to as "first inventions") relates to the idea of "providing number-of-repetitions for changing the number-of-repetitions to a predetermined number". The special technical feature of the inventions of claims 12-24 (hereinafter referred to as "second inventions") relates to the idea of "starting measurement synchronously with the timing of variation". The special technical feature of the inventions of claims 25-38 (hereinafter referred to as "third inventions") relates to the idea of "providing measurement monitoring means for monitoring abnormality".

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
  
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
  
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.  
☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP00/04165

Continuation of Box No. II of continuation of first sheet (1)

The special technical feature of the invention of claim 39 (hereinafter referred to as "fourth invention") relates to the idea of "calculating the rate of flow from the result of detection by pulsation detecting means by using different means". The special technical feature of the inventions of claims 40-50 (hereinafter referred to as "fifth inventions") relates to the idea of "calculate the rate of flow by means of a digital filter". The special technical feature of the inventions of claims 51-63 (hereinafter referred to as "sixth inventions") relates to the idea of "providing periodicity changing means for changing in order the driving method of a drive circuit for driving a vibrator". The special technical feature of the inventions of claims 64-66 (hereinafter referred to as "seventh inventions") relates to the idea of "providing a second timer for measuring the time from the reception of an ultrasonic pulse until the value of a first timer for measuring the propagation time changes and correcting the second timer by means of the first timer". The special technical feature of the inventions of claims 67-73 (hereinafter referred to as "eighth inventions") relates to the idea of "providing periodicity stabilizing means for changing in order the driving method of a drive circuit for driving a vibrator and controlling the periodicity stabilizing means so that the measurement period may be always constant".

There is no technical matter common to the special technical features of the first to seventh inventions, and therefore there is no technical relationship among those inventions involving a special technical feature. The periodicity stabilizing means of the eighth inventions is different in technique from the periodicity changing means of the sixth inventions. Therefore there is no technical relationship among these two groups of inventions involving a special technical feature.

As mentioned above these first to eighth groups of inventions are not so linked as to form a single general inventive concept, and therefore there are eight groups of inventions disclosed in this international application.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G01F1/66

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G01F1/66

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2000年
日本国登録実用新案公報	1994-2000年
日本国実用新案登録公報	1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPIL

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP, 9-304139, A (松下電器産業株式会社) 28. 11月. 1997 (28. 11. 97) 段落番号【0023】-【0024】、第3-4図 (ファミリーなし)	1-11 15-24 64-73
X Y	JP, 11-44563, A (松下電器産業株式会社) 16. 2月. 1999 (16. 02. 99) 全文, 全図 (ファミリーなし)	12-14 15-24

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18. 09. 00

国際調査報告の発送日

03.10.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

飯野 茂

印

2F

8105

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 8-304135, A (松下電器産業株式会社) 22. 11月. 1996 (22. 11. 96) 全文, 全図 (ファミリーなし)	25-38
X	JP, 8-271313, A (東京瓦斯株式会社) 18. 10月. 1996 (18. 10. 96) 全文, 全図 (ファミリーなし)	39
X	US, 5513535, A (Instrumenttitehdas Kytola Oy) 7. 5月. 1996 (07. 05. 96) 全文, 全図 & JP, 6-507724, A & WO, 93013390, A1 & EP, 572583, B	40-50
X A	JP, 63-5217, A (株式会社東京計器) 11. 1月. 1988 (11. 01. 88) 全文, 全図 (ファミリーなし)	51, 53-63 64-73

## 第Ⅰ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査することを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第Ⅱ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-11に係る発明 (以下、「第1発明」という。) の特別な技術的特徴は「所定の繰り返し数に変更する回数変更手段を備えた」点であり、請求の範囲12-24に係る発明 (以下、「第2発明」という。) の特別な技術的特徴は「変動のタイミングに同期して計測を開始する」点であり、請求の範囲25-38に係る発明 (以下、「第3発明」という。) の特別な技術的特徴は「異常を監視する計測監視手段を設けた」点であり、請求の範囲39に係る発明 (以下、「第4発明」という。) の特別な技術的特徴は「脈動判別手段による判定結果により異なる手段を用いて流量値を算出する」点であり、請求の範囲40-50に係る発明 (以下、「第5発明」という。) の特別な技術的特徴は「デジタルフィルタ一により流量値を算出する」点であり、請求の範囲51-63に係る発明 (以下、「第6発

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☒ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

明」という。)の特別な技術的特徴は「振動子を駆動する駆動回路の駆動方法を順次変更する周期性変更手段を備えた」点であり、請求の範囲64-66に係る発明(以下、「第7発明」という。)の特別な技術的特徴は「超音波パルスを受信してから伝搬時間を測定する第1のタイマの値が変化するまでの時間を測定する第2のタイマを備え、第2のタイマを第1のタイマで補正する」点であり、請求の範囲67-73に係る発明(以下、「第8発明」という。)の特別な技術的特徴は「振動子を駆動する駆動回路の駆動方法を順次変更する周期性安定化手段を備え、測定周期が常に一定となるように周期性安定化手段を制御する」点であるものと認める。

そして、第1発明、第2発明、第3発明、第4発明、第5発明、第6発明及び第7発明においては、それぞれの特別な技術的特徴に共通する技術事項がないことは明らかであるから、これら一群の発明は特別な技術的特徴を含む技術的な関係があるとは言えない。また、第8発明の周期性安定化手段は第6発明の周期性変更手段とはその技術内容が異なるものであるから、これら2つの発明の間にも特別な技術的特徴を含む技術的な関係があるとは言えない。

以上の通りであるから、第1発明ないし第8発明は単一の一般的発明概念を形成するように連関している一群の発明とは言えないから、この国際出願には8つの発明が記載されている。